



**Universidad
Politécnica
de Cartagena**



industriales
etsii UPCT

PROYECTO DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PARA UNA URBANIZACIÓN DE VIVIENDAS

Titulación: INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

Intensificación: ELECTRICIDAD

Alumno/a: DMYTRO ZHORNYK ANDRIOVICH

Director/a/s: ALFREDO CONESA TEJERINA

Cartagena, a 20 de Febrero de 2015

ÍNDICE

1. MEMORIA.....	3
1.1 Objeto del Proyecto	3
1.2 Titulares de la Instalación: al inicio y al final.	4
1.3 Usuarios de la Instalación.....	4
1.4 Emplazamiento de la Instalación.	4
1.5 Legislación, Reglamentación y Normativa Aplicable.....	5
1.6 Categoría de la Red	7
1.7 Descripción Genérica de las Instalaciones, Uso y Potencia. ¡Error! Marcador no definido.	
1.7.1 Red de Media Tensión.....	8
1.7.1.1 Línea Aérea de Media Tensión	8
1.7.1.2 Red Subterránea de Media Tensión	8
1.7.2 Red de Baja Tensión	8
1.7.3 Centro de Transformación y Reparto PFU-5	9
1.7.4 Centros de Transformación miniBLOK	11
1.7.5 Entronque Aéreo-Subterráneo.....	13
1.7.6 Programa de Necesidades de Potencia.....	13
1.8 Plazo de Ejecución de las Instalaciones.....	16
1.9 Descripción Detallada de las Instalaciones	16
1.9.1 Red de Media Tensión.....	16
1.9.1.1 Trazado	16
1.9.1.1.1 Longitud.....	17
1.9.1.1.2 Puntos de Entronque y Final de la Línea	17
1.9.1.1.3 Términos Municipales Afectados	18
1.9.1.1.4 Relación de Propietarios Afectados con Dirección y DNI.....	18
1.9.1.1.5 Relación de Cruzamientos y Paralelismos en Canalizaciones Eléctricas	18
1.9.1.2 Materiales	21
1.9.1.2.1 Conductores y Aislamientos.....	21
1.9.1.2.2 Accesorios	29
1.9.1.2.3 Protecciones Eléctricas de Principio y Fin de Línea.....	39
1.9.1.3 Zanjas y Sistemas de Enterramiento	49
1.9.1.3.1 Sistemas de Señalización y Seguridad.....	51
1.9.1.4 Puesta a Tierra.....	54
1.9.2 Red de Baja Tensión	54

1.9.2.1 Trazado	54
1.9.2.1.1 Longitud.....	57
1.9.2.1.2 Inicio y Final de Cada Anillo.....	59
1.9.2.1.3 Términos Municipales Afectados	59
1.9.2.1.4 Relación de Propietarios Afectados con Dirección y DNI.....	60
1.9.2.1.5 Relación de Cruzamientos y Paralelismos en Canalizaciones Eléctricas	60
1.9.2.2 Materiales	63
1.9.2.2.1 Conductores y Aislamiento	63
1.9.2.2.2 Accesorios	68
1.9.2.2.3 Protecciones Eléctricas de Principio y Fin de Línea.....	79
1.9.2.2.4 CGPs, CGPMs y CMAPs.....	81
1.9.2.3 Zanjas y Sistemas de Enterramiento	111
1.9.2.3.1 Sistemas de Señalización y Seguridad.....	113
1.9.2.4 Puesta a Tierra y Continuidad del Neutro	115
1.9.3 Centro de Transformación y Reparto CTR-10 (PFU-5)	116
1.9.3.1 Breve Descripción de la Instalación.....	116
1.9.3.2 Obra Civil	116
1.9.3.3 Características de los Materiales de Edificio PFU-5	119
1.9.3.4 Características Geométricas del PFU-5	122
1.9.3.5 Características de la Red de Alimentación	123
1.9.3.6 Características de la Aparamenta de Media Tensión.....	123
1.9.3.7 Equipo de Potencia. Transformador	141
1.9.3.8 Características de la Aparamenta de Baja Tensión	148
1.9.3.9 Unidad de Protección (RPTA), Automatismos y Control	162
1.9.3.10 Materiales y Elementos de Seguridad, Señalización y Maniobra	167
1.9.3.11 Puesta a Tierra del Centro de Transformación y Reparto	176
1.9.4 Centros de Transformación miniBLOK	179
1.9.4.1 Breve Descripción de la Instalación.....	179
1.9.4.2 Obra Civil	185
1.9.4.3 Características de los Materiales del Edificio miniBLOK	191
1.9.4.4 Características Geométricas del miniBLOK	199
1.9.4.5 Características de la Red de Alimentación	199
1.9.4.6 Característica de la Aparamenta de Media Tensión	200
1.9.4.7 Equipo de Potencia. Transformador	222

1.9.4.8 Características de la Aparamenta de Baja Tensión	227
1.9.4.9 Unidades de Protección, Automatismos y Control	233
1.9.4.10 Materiales y Elementos de Seguridad, Señalización y Maniobra	238
1.9.4.11 Puesta a Tierra del Centro de Transformación miniBLOK.....	243
1.9.5 Entronque Aéreo-Subterráneo.....	247
1.9.5.1 Excavación y Cimentación	247
1.9.5.2 Puesta a Tierra y Losa de Hormigón.....	248
1.9.5.3 Apoyo de Celosía C1000-14E.....	250
1.9.5.4 Cruceta Recta RC1-15S.....	253
1.9.5.5 Aparamenta Eléctrica Instalada en el Entronque A/S.....	257
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	263
2.1 Cálculo de Red Subterránea de Baja Tensión.....	263
2.1.1 Previsión de Potencia	263
2.1.2 Cálculo del Número de Transformadores	281
2.1.3 Cálculo de los Anillos de Baja Tensión	283
2.1.3.1 Cálculo de los Anillos del CT1	295
2.1.3.1.1 CT1. Anillo 1.....	295
2.1.3.1.1.1 CT1. Anillo 1. Rama 1.....	296
2.1.3.1.1.2 CT1. Anillo 1. Rama 2.....	298
2.1.3.1.2 CT1. Anillo 2.....	300
2.1.3.1.2.1 CT1. Anillo 2. Rama 1.....	301
2.1.3.1.2.2 CT1. Anillo 2. Rama 2.....	303
2.1.3.2 Cálculo de los Anillos del CT2	305
2.1.3.2.1 CT2. Anillo 1.....	305
2.1.3.2.1.1 CT2. Anillo 1. Rama 1.....	306
2.1.3.2.1.2 CT2. Anillo 1. Rama 2.....	308
2.1.3.2.2 CT2. Anillo 2.....	310
2.1.3.2.2.1 CT2. Anillo 2. Rama 1.....	312
2.1.3.2.2.2 CT2. Anillo 2. Rama 2.....	314
2.1.3.3 Cálculo de los Anillos del CT3	316
2.1.3.3.1 CT3. Anillo 1.....	316
2.1.3.3.1.1 CT3. Anillo 1. Rama 1.....	317
2.1.3.3.1.2 CT3. Anillo 1. Rama 2.....	319
2.1.3.3.2 CT3. Anillo 2.....	321

2.1.3.3.2.1 CT3. Anillo 2. Rama 1.....	322
2.1.3.3.2.2 CT3. Anillo 2. Rama 2.....	324
2.1.3.4 Cálculo de los Anillos del CT4.....	326
2.1.3.4.1 CT4. Anillo 1.....	326
2.1.3.4.1.1 CT4. Anillo 1. Rama 1.....	327
2.1.3.4.1.2 CT4. Anillo 1. Rama 2.....	329
2.1.3.4.2 CT4. Anillo 2.....	331
2.1.3.4.2.1 CT4. Anillo 2. Rama 1.....	332
2.1.3.4.2.2 CT4. Anillo 2. Rama 2.....	334
2.1.3.5 Cálculo de los Anillos del CT5.....	336
2.1.3.5.1 CT5. Anillo 1.....	336
2.1.3.5.1.1 CT5. Anillo 1. Rama 1.....	337
2.1.3.5.1.2 CT5. Anillo 1. Rama 2.....	339
2.1.3.5.2 CT5. Anillo 2.....	341
2.1.3.5.2.1 CT5. Anillo 2. Rama 1.....	342
2.1.3.5.2.2 CT5. Anillo 2. Rama 2.....	344
2.1.3.6 Cálculo de los Anillos del CT6.....	346
2.1.3.6.1 CT6. Anillo 1.....	346
2.1.3.6.1.1 CT6. Anillo 1. Rama 1.....	347
2.1.3.6.1.2 CT6. Anillo 1. Rama 2.....	349
2.1.3.6.2 CT6. Anillo 2.....	351
2.1.3.6.2.1 CT6. Anillo 2. Rama 1.....	352
2.1.3.6.2.2 CT6. Anillo 2. Rama 2.....	354
2.1.3.7 Cálculo de los Anillos del CT7.....	356
2.1.3.7.1 CT7. Anillo 1.....	356
2.1.3.7.1.1 CT7. Anillo 1. Rama 1.....	357
2.1.3.7.1.2 CT7. Anillo 1. Rama 2.....	359
2.1.3.7.2 CT7. Anillo 2.....	361
2.1.3.7.2.1 CT7. Anillo 2. Rama 1.....	361
2.1.3.7.2.2 CT7. Anillo 2. Rama 2.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3.8 Cálculo de los Anillos del CT8.....	365
2.1.3.8.1 CT8. Anillo 1.....	365
2.1.3.8.1.1 CT8. Anillo 1. Rama 1.....	366
2.1.3.8.1.2 CT8. Anillo 1. Rama 2.....	368

2.1.3.8.2 CT8. Anillo 2.....	371
2.1.3.8.2.1 CT8. Anillo 2. Rama 1.....	372
2.1.3.8.2.2 CT8. Anillo 2. Rama 2.....	374
2.1.3.9 Cálculo de los Anillos del CT9	376
2.1.3.9.1 CT9. Anillo 1.....	376
2.1.3.9.1.1 CT9. Anillo 1. Rama 1.....	377
2.1.3.9.1.2 CT9. Anillo 1. Rama 2.....	379
2.1.3.9.2 CT9. Anillo 2.....	381
2.1.3.9.2.1 CT9. Anillo 2. Rama 1.....	382
2.1.3.9.2.2 CT9. Anillo 2. Rama 2.....	384
2.1.3.10 Cálculo de los Anillos del CTR10.....	386
2.1.3.10.1 CTR10. Anillo 1	386
2.1.3.10.1.1 CTR10. Anillo 1. Rama 1	387
2.1.3.10.1.2 CTR10. Anillo 1. Rama 2	389
2.1.3.10.2 CTR10. Anillo 2	391
2.1.3.10.2.1 CTR10. Anillo 2. Rama 1	392
2.1.3.10.2.2 CTR10. Anillo 2. Rama 2	394
2.1.3.11 Cálculo de los Anillos del CT11.....	396
2.1.3.11.1 CT11. Anillo 1.....	396
2.1.3.11.1.1 CT11. Anillo 1. Rama 1.....	397
2.1.3.11.1.2 CT11. Anillo 1. Rama 2.....	399
2.1.3.11.2 CT11. Anillo 2.....	401
2.1.3.11.2.1 CT11. Anillo 2. Rama 1.....	402
2.1.3.11.2.2 CT11. Anillo 2. Rama 2.....	404
2.1.3.12 Cálculo de los Anillos del CT12	406
2.1.3.12.1 CT12. Anillo 1.....	406
2.1.3.12.1.1 CT12. Anillo 1. Rama 1.....	407
2.1.3.12.1.2 CT12. Anillo 1. Rama 2.....	409
2.1.3.12.2 CT12. Anillo 2.....	411
2.1.3.12.2.1 CT12. Anillo 2. Rama 1.....	411
2.1.3.12.2.2 CT12. Anillo 2. Rama 2.....	413
2.1.3.13 Cálculo de los Anillos del CT13	415
2.1.3.13.1 CT13. Anillo 1.....	415
2.1.3.13.1.1 CT13. Anillo 1. Rama 1.....	416

2.1.3.13.1.2 CT13. Anillo 1. Rama 2.....	418
2.1.3.13.2 CT13. Anillo 2.....	420
2.1.3.13.2.1 CT13. Anillo 2. Rama 1.....	421
2.1.3.13.2.2 CT13. Anillo 2. Rama 2.....	423
2.1.3.14 Cálculo de los Anillos del CT14.....	425
2.1.3.14.1 CT14. Anillo 1.....	425
2.1.3.14.1.1 CT14. Anillo 1. Rama 1.....	426
2.1.3.14.1.2 CT14. Anillo 1. Rama 2.....	428
2.1.3.14.2 CT14. Anillo 2.....	430
2.1.3.14.2.1 CT14. Anillo 2. Rama 1.....	431
2.1.3.14.2.2 CT14. Anillo 2. Rama 2.....	433
2.1.4 Resumen de los Cálculos de Red de Baja Tensión	436
2.1.5 Cálculo del Factor de Carga de Cada Transformador.....	438
2.2 Cálculo de Red Subterránea de Media Tensión	442
2.2.1 Cálculo de la Sección de un Cable de Media Tensión	442
2.2.2 Cálculo de Acometida General de MT.....	456
2.2.3 Cálculo de la Acometida Hacia el Abonado de MT	461
2.2.4 Cálculo del Anillo de MT.....	467
2.3 Cálculo de los Centros de Transformación.....	479
2.3.1 Cálculo del Centro de Transformación y Reparto CTR-10 PFU-5	479
2.3.1.1 Intensidad de Media Tensión	479
2.3.1.2 Fusibles de MT para Protección del Transformador	480
2.3.1.3 Dimensionado de Puentes de MT	480
2.3.1.4 Intensidad de Baja Tensión	481
2.3.1.5 Fusibles de BT (Protección de los Anillos de BT).....	481
2.3.1.6 Dimensionado de los Puentes de BT	481
2.3.1.7 Cortocircuitos	482
2.3.1.8 Dimensionado del Embarrado de MT	483
2.3.1.9 Dimensionado del Embarrado de BT (CGBT-K)	484
2.3.1.10 Protecciones Contra Sobrecargas, Cortocircuitos y Homopolar	485
2.3.1.11 Dimensionado de la Ventilación del CTR-10 (PFU-5)	486
2.3.1.12 Dimensionado del Pozo Apagafuegos.....	487
2.3.1.13 Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra.....	487
2.3.2 Cálculo de los Centros de Transformación miniBLOK	502

2.3.2.1 Intensidad de Media Tensión	502
2.3.2.2 Fusibles de MT para Protección del Transformador	502
2.3.2.3 Dimensionado de Puentes de MT	503
2.3.2.4 Intensidad de Baja Tensión	503
2.3.2.5 Fusibles de BT (Protección de los Anillos de BT)	503
2.3.2.6 Dimensionado de los Puentes de BT	504
2.3.2.7 Cortocircuitos	505
2.3.2.8 Dimensionado del Embarrado de MT	506
2.3.2.9 Dimensionado del Embarrado de BT (CGBT-K)	507
2.3.2.10 Protecciones Contra Sobrecargas, Cortocircuitos y Homopolar	508
2.3.2.11 Dimensionado de la Ventilación del Edificio miniBLOK	509
2.3.2.12 Dimensionado del Pozo Apagafuegos	509
2.3.2.13 Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra	509
2.4 Diseño del Entronque Aéreo-Subterráneo	526
2.4.1 Cálculo de la Cadena de Aislamiento	526
2.4.2 Cálculo de los Fusibles XS	528
2.4.3 Cálculo de las Botellas Terminales (Terminaciones de Exterior)	529
2.4.4 Cálculo de los Pararrayos Autovalvulares para Entronque A/S	530
2.4.5 Cálculo del Apoyo y Cruceta para el Entronque A/S	531
2.5 Comprobación de la Validez del Cable 47-AL1/8ST1A (LA-56)	549
2.6 Cálculo de los Fusibles de las CGPs y CGPMs	550
3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	555
3.1 EBSS para Líneas de Media y Baja Tensión	555
3.1.1. Objeto	555
3.1.2. Campo de Aplicación	555
3.1.3 Normativa Aplicable	555
3.1.3.1 Normas Oficiales	555
3.1.4. Metodología y Desarrollo del Estudio	556
3.1.4.1. Aspectos Generales	556
3.1.4.2. Identificación de Riesgos	557
3.1.4.3. Medidas de Prevención Necesarias para Evitar Riesgos	557
3.1.4.4. Protecciones	557
3.1.4.5. Características Generales de la Obra	558
3.1.5. Identificación de Riesgos	559

3.1.5.1. Riesgos Más Frecuentes en las Obras de Construcción	559
3.1.5.2. Medidas Preventivas de Carácter General	560
3.1.5.3. Medidas Preventivas Generales para Cada Oficio	561
3.1.5.3.1 Movimiento de Tierras. Excavación de Pozos y Zanjas	561
3.1.5.3.2 Relleno de Tierras.....	562
3.1.5.3.3 Encofrados.....	562
3.1.5.3.4 Trabajos con Ferralla, Manipulación y Puesta en Obra	562
3.1.5.3.5 Trabajos de Manipulación del Hormigón	563
3.1.5.3.6 Instalación Eléctrica Provisional de Obra	563
3.1.5.4 Medidas Preventivas para Línea Subterránea de Media y Baja Tensión	565
3.1.5.4.1 Transporte y Acopio de Materiales.....	565
3.1.5.4.2 Movimiento de Tierras, Apertura de Zanjas y Reposición de Pavimento ..	566
3.1.5.4.3 Cercanía de las Líneas de Alta y Media Tensión.....	567
3.1.5.4.4 Tendido, Empalme y Terminales de Conductores Subterráneos.....	568
3.1.5.4.5. Riesgos Laborales No Eliminables Completamente	568
3.1.6. Conclusión	569
3.2. EBSS para Centros de Transformación Prefabricados y Compactos	578
3.2.1. Objeto.....	578
3.2.1.2. Características de la Obra.	578
3.2.1.2.1. Suministro de Energía Eléctrica.....	578
3.2.1.2.2. Suministro de Agua Potable	578
3.2.1.2.3. Vertido de Aguas Sucias de los Servicios Higiénicos	578
3.2.1.2.4. Interferencias y Servicios Afectados	579
3.2.1.3. Memoria	579
3.2.1.3.1. Obra Civil	579
3.2.1.3.1.1 Movimiento de Tierras y Cimentaciones	579
3.2.1.3.1.2. Estructura	580
3.2.1.3.1.3. Cerramientos.....	580
3.2.1.3.1.4. Albañilería	581
3.2.1.3.2. Montaje	581
3.2.1.3.2.1. Colocación de Soportes y Embarrados.....	581
3.2.1.3.2.2 Montaje de Celdas Prefabricadas y Aparamenta, Transformadores de Potencia y Cuadros de B.T.....	581
3.2.1.3.2.3. Operaciones de Puesta en Tensión	582

3.2.1.4. Aspectos Generales	582
3.2.1.4.1. Botiquín de Obra	582
3.2.5. Normativa Aplicable	583
3.2.5.1. Normas Oficiales	583
3.2.6 Anexos	583
4. PLÁN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	595
4.1. Identificación de los Residuos (Según OMAM/304/2002)	595
4.1.1 Generalidades	595
4.1.2 Definiciones	595
4.1.3 Clasificación y Descripción de los Residuos	597
4.1.3.1 RCDs de Nivel I	597
4.1.3.2 RCDs de Nivel II	597
4.2 Medidas de Prevención de Residuos	598
4.2.1 Prevención en Tareas de Derribo	598
4.2.2 Prevención en la Adquisición de Materiales	598
4.2.3 Prevención en la Puesta en Obra	598
4.2.4 Prevención en el Almacenamiento en Obra	599
4.3 Clasificación de Residuos de la Construcción y Demolición	599
4.3.1 Hormigón, Ladrillos, Tejas y Materiales Cerámicos	599
4.3.2 Madera Vidrio y Plástico	599
4.3.3 Mezclas Bituminosas, Alquitrán de Hulla y otros Productos Alquitranados	600
4.3.4 Metales (incluidas sus aleaciones)	600
4.3.5 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), Piedras y Lodos de Drenaje	601
4.3.6 Materiales de Aislamiento y Materiales de Construcción que Contienen Amianto	601
4.3.7. Materiales de Construcción a partir de Yeso	601
4.3.8. Otros Residuos de Construcción y Demolición	602
4.4 Identificación de Residuos de la Construcción	602
4.5 Estimación de la Cantidad de RCD's	603
4.6 Estimación del Coste de Tratamiento de los RCD's	606
4.7 Medidas para la Separación en Obra	606
4.8 Medidas de segregación "in situ"	607
4.9 Previsión de Reutilización en la misma Obra u otros Emplazamientos	607
4.10 Operaciones de Valorización "in situ"	608
4.11 Destino Previsto para los Residuos	608

4.12. Plantillas y Etiquetas	609
5. PLIEGO DE CONDICIONES	619
5.1. Condiciones Generales	619
5.1.1. Alcance	619
5.1.2. Reglamentos y Normas	619
5.1.3. Disposiciones Generales	619
5.1.4. Ejecución de las Obras	619
5.1.4.1. Comienzo	619
5.1.4.2. Ejecución	620
5.1.4.3. Libro de Órdenes	620
5.1.5. Interpretación y Desarrollo del Proyecto	620
5.1.6. Obras Complementarias	621
5.1.7. Modificaciones	621
5.1.8. Obra Defectuosa	621
5.1.9. Medios Auxiliares	621
5.1.10. Conservación de Obras	621
5.1.11. Recepción de las Obras	622
5.1.11.1. Recepción Provisional	622
5.1.11.2. Plazo de Garantía	622
5.1.11.3. Recepción Definitiva	622
5.1.12. Contratación de la Empresa	622
5.1.12.1. Modo de Contratación	622
5.1.12.2. Presentación	622
5.1.12.3. Selección	622
5.1.13. Fianza	623
5.1.14. Condiciones Económicas	623
5.1.14.1. Abono de la Obra	623
5.1.14.2. Precios	623
5.1.14.3. Revisión de Precios	624
5.1.14.4. Penalizaciones	624
5.1.14.5. Contrato	624
5.1.14.6. Responsabilidades	624
5.1.14.7. Rescisión del Contrato	624
5.1.14.8. Liquidación	625

5.1.15. Condiciones Facultativas	625
5.1.15.1. Normas a Seguir	625
5.1.15.2. Personal.....	625
5.2. Pliego de Condiciones de la Red de Baja Tensión	626
5.2.1. Calidad de los Materiales. Condiciones y Ejecución	626
5.2.1.1. Conductores: Tendido, Empalmes, Terminales, Cruces y Protecciones	626
5.2.1.1.1. Tendido de los Cables.....	627
5.2.1.1.2. Protección Mecánica y de Sobreintensidad	628
5.2.1.1.3. Señalización.....	629
5.2.1.1.4. Empalmes y Terminales	629
5.2.1.1.5. Cajas generales de protección (CGP)	630
5.2.1.1.6. Cajas Generales de Protección y Medida (CGPM)	631
5.2.1.1.7. Armarios de Medida y Seccionamiento	632
5.2.1.2. Accesorios	632
5.2.1.3. Medidas Eléctricas.....	633
5.2.1.4. Obra Civil	633
5.2.1.5. Zanjas: Ejecución, Tendido, Cruzamientos, Señalización y Acabado	633
5.2.2. Normas Generales para la Ejecución de las Instalaciones	634
5.2.3. Revisiones y Pruebas Reglamentarias al Finalizar la Obra	635
5.2.4. Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad	636
5.2.5. Revisiones, Inspecciones y Pruebas Periódicas Reglamentarias a Efectuar por Parte de Instaladores, de Mantenedores y/o Organismos de Control.....	636
5.3. Pliego de Condiciones de la Red de Media Tensión.....	637
5.3.1. Calidad de los Materiales. Condiciones y Ejecución.	637
5.3.1.1. Conductores: Tendido, Empalmes, Terminales, Cruces y Protecciones	637
5.3.1.1.1. Tendido de los Cables.....	639
5.3.1.1.1.1. Manejo y Preparación de Bobinas.	639
5.3.1.1.1.2. Tendido de Cables en Zanja.	639
5.3.1.1.1.3. Tendido de los Cables en Tubulares.....	640
5.3.1.1.2. Empalmes.....	641
5.3.1.1.3. Terminales.....	641
5.3.1.1.4. Transporte de Bobinas de Cables.....	641
5.3.1.2. Accesorios	641
5.3.1.3. Obra Civil	642

5.3.1.4. Zanjias: Ejecución, Tendido, Cruzamientos, Paralelismos, Señalización y Acabado	642
5.3.2. Normas Generales para la Ejecución de las Instalaciones	643
5.4. Pliego de Condiciones de los Centros de Transformación	644
5.4.1. Calidades de los Materiales.....	644
5.4.1.1. Obra Civil	644
5.4.1.2. Aparamenta de Media Tensión	645
5.4.1.3. Transformadores	645
5.4.1.4. Equipos de Medida.....	645
5.4.2. Normas de Ejecución de las Instalaciones	646
5.4.3. Revisiones y Pruebas Reglamentarias al Finalizar la Obra	646
5.4.4. Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad	646
5.4.5. Certificados y Documentación	647
5.4.6. Libro de Órdenes	647
5.5. Pliego de Condiciones Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	647
5.5.1 Legislación y Normas Aplicables.....	648
5.5.2 Obligaciones de las Diversas Partes Intervinientes en la Obra	650
5.5.3 Servicios de Prevención.....	651
5.5.4 Instalaciones y Servicios de Higiene y Bienestar de los Trabajadores	652
5.5.5 Condiciones a Cumplir por los Equipos de Protección Personal.....	652
5.5.6 Condiciones de las Protecciones Colectivas.....	653
5.6 Pliego de Condiciones Plan de Gestión de Residuos.....	655
5.6.1 Obligaciones Agentes Intervinientes.....	655
5.6.2 Gestión de Residuos.....	656
5.6.3 Derribo y Demolición	656
5.6.4 Separación.....	657
5.6.5 Documentación	657
5.6.6 Normativa.....	658
6. PRESUPUESTO	661
7. ÍNDICE PLANOS.....	693

1. MEMORIA

1. MEMORIA

1.1 Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características técnicas y de seguridad del suministro eléctrico de las diferentes parcelas que componen el polígono residencial, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo, y obtener las autorizaciones pertinentes por parte de los organismos competentes, especialmente el Excmo. Ayuntamiento de Cartagena, Consejería de Industria de la Región de Murcia y la Compañía suministradora de energía eléctrica “Iberdrola, S.A.”

Se redacta en el presente proyecto el cálculo y diseño de la red de Baja Tensión, para la alimentación de las distintas cargas que se encuentran distribuidas en el polígono residencial. La red de Baja Tensión incluye todos los elementos que se encuentran a la salida del secundario del transformador: líneas subterráneas con sus fusibles de protección y las cajas generales de protección (viviendas colectivas), cajas generales de protección y medida (viviendas unifamiliares), armario de medida y seccionamiento (jardines, equipamiento social y equipamiento juvenil) y centros de mando de alumbrado público según el tipo de abonado o abonados a quienes esté destinado el consumo.

Por otra parte también se realizará el cálculo y diseño de la red de Media Tensión que se deriva de la red de distribución de 20 KV. Dispondremos de un punto de entronque (alimentado hipotéticamente desde una subestación transformadora) desde el cual la compañía nos permite entroncar y alimentar nuestro polígono residencial. Entroncaremos en dicho punto y llevaremos nuestra línea aérea hasta un entronque aéreo subterráneo que dista 50 metros del apoyo de entronque de la compañía Iberdrola. A su vez desde dicho entronque aéreo-subterráneo pasaremos nuestra línea aérea al tramo subterráneo para alimentar un centro de reparto desde el cual alimentaremos nuestro anillo de media tensión que a su vez alimenta a otros transformadores ubicados en el polígono. También trazaremos una acometida de media tensión que partirá de nuestro centro de reparto para dar servicio a un abonado de media tensión que sería un centro comercial.

Además de lo proyectado anteriormente se definirán las características de los Centros de Transformación destinados al suministro de energía eléctrica, así como la justificación y valoración de los materiales empleados en los mismos, se utilizarán dos tipos de Centros de Transformación, el PFU-5 (para el centro de transformación y reparto) y los miniBLOK (como centro de transformación).

También calcularemos y diseñaremos el apoyo de entronque aéreo-subterráneo y definiremos los materiales y la aparamenta eléctrica utilizada en el mismo.

Tras calcular y justificar lo antes descrito se pasara a desarrollar los siguientes estudios específicos:

- Pliego de Condiciones:

Este tiene el objeto de definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa de éste. Dentro de este apartado se redactaran las normas y reglamentos correspondientes a la electrificación del polígono residencial tanto la red de electrificación como los centros de transformación.

- Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Que deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma. Contemplará también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

- Plan de Gestión de Residuos.

Donde se establecen los requisitos mínimos de su producción y gestión, con objeto de promover su prevención, reutilización, reciclado, valorización y el adecuado tratamiento de los destinados a eliminación de tal forma que no se permitirá el depósito en vertedero de residuos que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento. Se analizan los residuos de construcción y demolición que se producirán en la obra y se crea una estimación de su cantidad, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, el destino previsto para los residuos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión que deberán formar parte del presupuesto del proyecto.

1.2 Titulares de la Instalación: al inicio y al final.

Al inicio el titular de la instalación es la Universidad Politécnica de Cartagena con dirección Campus Muralla del Mar. Edificio Antiguo Hospital de Marina. C/ Dr. Fleming S/N. E-30202. Cartagena. Más adelante ésta será traspasada a la empresa distribuidora de energía eléctrica Iberdrola S.A.

1.3 Usuarios de la Instalación.

Los distintos usuarios de la instalación serán las personas físicas que se encuentren viviendo en el polígono residencial tanto en viviendas unifamiliares y edificios, como el mismo ayuntamiento de Cartagena el cual dispone de dos parcela en las que se tiene previsto construir un equipamiento social y un equipamiento juvenil.

1.4 Emplazamiento de la Instalación.

El polígono residencial está ubicado en la zona norte del barrio de "Torreciega" perteneciente al término municipal de Cartagena y queda limitado:

- Por el Norte: por el Polígono Industrial "Cabezo Beaza".
- Por el Sur: por el Barrio "Torreciega"
- Por el Este: por carretera convencional RM-F35.
- Por el Oeste: por la autovía Murcia-Cartagena (A30).

Siendo su posición geográfica aproximada con relación al meridiano inicial de Greenwich, la siguiente:

- Latitud norte 37º 37' 14,57"

- Longitud Oeste: 0° 57' 58,19"

Y la Elevación sobre el nivel del mar sería de unos 27 metros.

37°37'14.57" N 0°57'58.19" O elev. 27 m

Para ver la ubicación en el mapa podemos consultar los siguientes planos:

PLANO 1: EMPLAZAMIENTO CARTOGRAFICO 1 (A3)

PLANO 2: EMPLAZAMIENTO CARTOGRAFICO 2 (A3)

1.5 Legislación, Reglamentación y Normativa Aplicable.

En el presente proyecto las normas que se han aplicado y que están en uso actualmente son:

- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).**
- **Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.**
- **Normas particulares y de normalización de la compañía de suministro eléctrico Iberdrola S.A.**
- **Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Cartagena.**
- **Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.**
- **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.**
- **Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre Condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCLAT 01 a 09.**
- **Normas UNE y Normas EN.**

- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de Instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de Señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- CEI 61330 UNE-EN 61330, Centros de Transformación prefabricados.
- RU 1303A, Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- NBE-X, Normas básicas de la edificación.
- CEI 60694 UNE-EN 60694, Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X, Compatibilidad electromagnética (CEM).
- CEI 60298 UNE-EN 60298, Aparamenta bajo envoltante metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI 60129 UNE-EN 60129, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- RU 6407B, Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.
- CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1
- CEI 60420 UNE-EN 60420, Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- CEI 60076-X UNE-EN 60076-X, Transformadores de potencia.
- UNE 20101-X-X, Transformadores de potencia.
- RU 5201D, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- UNE 21428-X-X, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.6 Categoría de la Red

Líneas de 3ª categoría

Tensión nominal: Superior a 1.000 e igual o inferior a 30.000 voltios.

Usos: Distribución y generación.

Líneas de 2ª categoría

Tensión nominal: Superior a 30.000 e igual o inferior 66.000 voltios.

Usos: Transporte.

Líneas de 1ª categoría

Tensión nominal: Superior a/o 66.000 e inferior a 220.000 voltios.

Usos: Transporte a grandes distancias.

Líneas de categoría especial

Tensión nominal: Igual o superior a 220.000 voltios.

Usos: Transporte a grandes distancias.

La línea aérea que alimenta nuestro polígono residencial objeto del presente proyecto es de una tensión nominal de 20 kV por lo que pertenece a la 3ª Categoría.

La Red subterránea de MT que tenemos trazada en el polígono al ser de 20 KV también será de 3ª categoría. No obstante podemos clasificar nuestra red de MT en función de la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra que el sistema de puesta a tierra permita. En nuestro caso nuestra red de MT sería de categoría A que es en la cual los defectos a tierra se eliminan tan rápidamente como sea posible y en cualquier caso antes de 1 minuto. Iberdrola diseña todas sus redes de MT de distribución pública y las adapta a CATEGORÍA A.

1.7 Descripción Genérica de las Instalaciones, Uso y Potencia.

A continuación describiremos brevemente las instalaciones de media tensión, instalaciones de baja tensión, tipos de centros de transformación que vamos a utilizar para hacer transformación de un nivel de tensión a otro (de 20 KV a 400 V en trifásica y 230 V en monofásica) y el entronque aéreo-subterráneo que vamos a instalar para convertir nuestra línea aérea en subterránea. También expondremos el programa de necesidades de potencia que es la potencia contratada prevista por parcela. En función de esa previsión de potencia calcularemos más adelante el nº de transformadores que necesitaremos para alimentar nuestro polígono residencial.

1.7.1 Red de Media Tensión

1.7.1.1 Línea Aérea de Media Tensión

Como hemos dicho antes desde el apoyo de entronque o apoyo fin de línea de Iberdrola entroncaremos y llevaremos nuestra línea aérea de MT mediante vano de tense reducido y conductor 47-AL1/8ST1A (LA-56) hasta un apoyo entronque aéreo-subterráneo.

1.7.1.2 Red Subterránea de Media Tensión

Desde el apoyo de entronque aéreo-subterráneo se prevé que se construya una línea subterránea que será acometida general para la alimentación del centro de transformación y reparto que va a dar alimentación al anillo de media tensión y al centro de transformación del abonado (centro comercial) que se encuentra situado junto al polígono residencial. El anillo de MT dará servicio a 13 transformadores tipo miniBLOK de 400 KVA situados dentro del recinto del polígono residencial. A su vez el centro de reparto tendrá en su interior un transformador de 400 KVA.

1.7.2 Red de Baja Tensión

La red de baja tensión que vamos a tener será únicamente subterránea y constará de 2 anillos de baja tensión por transformador que alimentarán a los abonados en baja tensión que se distribuyen en diferentes parcelas que constituyen el polígono residencial. Las parcelas para viviendas unifamiliares tipo dúplex son (1,2,3,6,7,10,11,12,13,14,15,16,17,18 y 21). Las parcelas para viviendas colectivas son (4,5,8,9,19 y 20). Además se prevé la ubicación de 6 jardines tipo parque dentro del recinto del polígono residencial (J1, J2, J3, J4, J5, J6). Y finalmente el ayuntamiento de Cartagena prevé construir un equipamiento juvenil tipo polideportivo municipal, un equipamiento social que podría ser una residencia de tercera edad y iluminar el polígono residencial objeto de estudio con luminarias de vapor de sodio de alto factor. Dicho alumbrado de viales se maniobrará desde 3 centros de mando de alumbrado público.

1.7.3 Centro de Transformación y Reparto PFU-5

El centro de transformación y reparto recibe energía eléctrica desde una acometida general subterránea procedente del entronque A/S. Tiene la misión de repartir y suministrar energía al anillo de MT y al centro de transformación del abonado. A su vez dentro del centro de reparto tendremos un transformador de 400 KVA. Es un centro de transformación y reparto tipo compañía y por tanto no tiene necesidad de medir la energía eléctrica consumida ya que cada abonado en baja tensión tendrá su propio contador eléctrico monofásico (en caso de las viviendas colectivas y unifamiliares) o trifásico (en caso de los jardines, equipamiento social y equipamiento juvenil). En este último caso es el propio ayuntamiento de Cartagena el que tiene que pagar a Iberdrola la energía consumida por los jardines y equipamientos social y juvenil. En cambio, el centro de transformación del abonado (centro comercial) tendrá una celda de medida porque factura en media tensión. Tal y como mencionamos antes la energía será suministrada por la compañía eléctrica Iberdrola a la tensión trifásica de 20 KV y frecuencia de 50 Hz.

La envolvente del centro de transformación y reparto será suministrada por el fabricante Ormazabal y será del tipo PFU modelo 5.



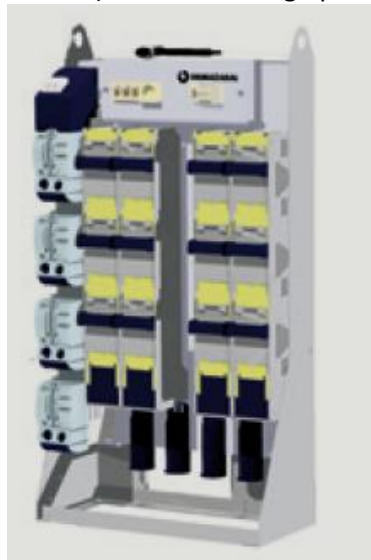
Las celdas de MT serán de tipo CGMCOSMOS: celdas modulares de aislamiento y corte en gas SF6, extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.



El equipo de potencia (transformador) que se va a ubicar en el centro de transformación y reparto es un transformador de 400 KVA refrigeración natural y aislamiento con aceite dieléctrico.



El cuadro de baja tensión será del tipo CBTO-K optimizado y compacto suministrado por fabricante Ormazabal. Tendrá 5 salidas con fusibles: 4 para anillos de baja tensión y 1 de reserva. En este caso no necesitamos un CBTO-C Convencional que tiene hasta 8 salidas ya que el transformador del centro de reparto sólo va a alimentar a 2 anillos de BT, luego con 4 salidas operativas (y 1 salida de reserva) nos sobra. Luego podríamos colocar un CBTO-K.



A su vez el centro de transformación y reparto tendrá instalada una acera perimetral de hormigón en cuyo interior se va a ubicar un mallazo electrosoldado de redondos de acero de 4 mm de diámetro y formando una retícula de 30 x 30 cm. Dicha losa de hormigón sobresaldrá de la proyección vertical del edificio del centro de transformación y reparto unos 75 cm ya que la acera en la que se va a instalar el centro de transformación y reparto no permite hacer una

losa de hormigón de más dimensiones. Dicha acera perimetral tiene la función de anular las tensiones de paso y de contacto en el interior del centro formando así una superficie equipotencial.

También se instalará una red de tierras de protección a la cual se conectará la superficie equipotencial y otra red de tierras de servicio a la cual se conectará el neutro del transformador.

1.7.4 Centros de Transformación miniBLOK

Tendremos un total de 13 centros de transformación de este tipo en nuestro polígono residencial que recibirán energía eléctrica del anillo de MT con un nivel de tensión de 20 KV (que sale del centro de reparto), la transformarán y entregarán energía a la red de baja tensión (anillos de baja tensión) con un nivel de tensión de 400 V.

Dentro de cada centro de transformación tipo miniBLOK tendremos un transformador de 400 KVA del mismo tipo y modelo que hemos descrito en el apartado anterior. Como son también centros de transformación de compañía no necesitarán medir energía eléctrica.

La envolvente del centro de transformación será de tipo miniBLOK y será suministrada por el fabricante Ormazabal.



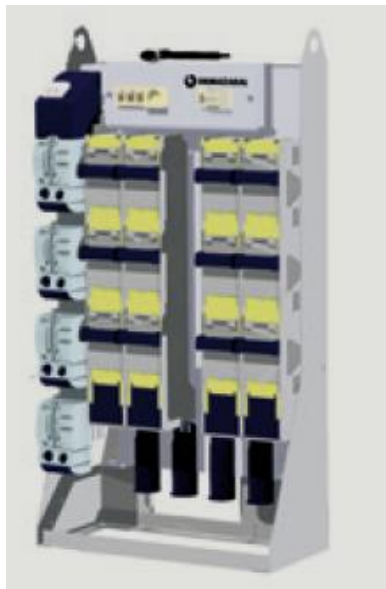
Las celdas de MT serán de tipo CGMCOSMOS compacto de 3 funciones todo en la misma cuba, con aislamiento en corte en gas SF6, opcionalmente extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.



El equipo de potencia (transformador) será del tipo que hemos descrito en el centro de transformación y reparto PFU-5.



El cuadro de baja tensión será del tipo CBTO-K compacto y optimizado para dicho centro de transformación (miniBLOK). Tendrá 5 salidas con fusibles: 4 para anillos de baja tensión y 1 salida de reserva. Es el mismo que utilizaremos para el centro de transformación y reparto.



A su vez en cada centro de transformación miniBLOK se instalará una acera perimetral de hormigón en cuyo interior se va a ubicar un mallazo electrosoldado de redondos de acero de 4 mm de diámetro y formando una retícula de 30 x 30 cm. Dicha losa de hormigón sobresaldrá de la proyección vertical del edificio del centro de transformación y reparto unos 100 cm. Dicha acera perimetral tiene la función de anular las tensiones de paso y de contacto en el interior del centro formando así una superficie equipotencial.

También se instalará una red de tierras de protección a la cual se conectará la superficie equipotencial y otra red de tierras de servicio a la cual se conectará el neutro del transformador.

1.7.5 Entronque Aéreo-Subterráneo

El entronque A/S tiene la función de conectar la línea aérea de MT que alimenta el polígono residencial objeto de este proyecto con la red subterránea de distribución de MT (acometida general subterránea hasta el centro de transformación y reparto). El entronque A/S constará de las siguientes componentes:

- Apoyo de celosía de acero galvanizado C1000-14E
- Cruceta recta RC1-15S de acero galvanizado.
- Aparamenta eléctrica (cadena de aislamiento de amarre, fusibles XS, pararrayos autovalvulares y botellas terminales)
- Red de puesta a tierra de protección.
- Cimentación monobloque
- Losa de hormigón (superficie equipotencial)

Todos los componentes serán acorde con las normas particulares de Iberdrola.

Ver Planos 51-52

1.7.6 Programa de Necesidades de Potencia

Como hemos dicho antes cada parcela tendrá una potencia prevista que es la suma de todas las potencias contratadas de cada abonado en baja tensión. Para dar servicio y alimentar a las parcelas antes mencionadas en el apartado de “Red de Baja Tensión” usaremos 14 transformadores de 400 KVA (13 miniBLOK y 1 del centro de transformación y reparto).

La red de BT alimenta a 15 parcelas (1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 21) de viviendas unifamiliares de electrificación elevada, 6 parcelas (4, 5, 8, 9, 19 y 20) de edificios de electrificación básica, 6 parcelas destinadas a jardines (J1, J2, J3, J4, J5 y J6), una parcela destinada a un equipamiento social (ES), una parcela destinada a un equipamiento juvenil (EJ) y el alumbrado de los viales del polígono residencial.

Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada (9,2 KW cada una) mientras que las viviendas colectivas para los edificios serán de una electrificación básica (5,75 KW cada una), en cuanto a las zonas de los jardines la potencia que le asignaremos será la correspondiente a una luminaria de 100 W/30 m2. Las luminarias serán de vapor de sodio de alto factor, luego dicha potencia tendremos que multiplicar por 1,8 según ITC-BT-44 “Receptores para alumbrado”. El centro social se le asignará una potencia de 10 W/m2, al centro juvenil se le asignará una potencia de 5 W/m2 y la potencia que se tendrá en cuenta para el alumbrado de viales se resolverá instalando tres centros de mando de alumbrado público (CMAP) de 20 kW cada uno. Los garajes de los edificios de viviendas colectivas tendrán una previsión de potencia de 20 W/m2 sobre la superficie útil que se obtendrá multiplicando la superficie total del garaje por 0,85 (reducir un 15 %) ya que la superficie útil es menor que la superficie construida (total). En función de la superficie útil haremos la previsión de potencia de cada garaje. También hay que mencionar que cada portal del edificio de las parcelas

(4,5,8,9,19 y 20) tendrá unos servicios generales de 3,45 KW que serán referidos al alumbrado de escalera y equipo de presión (bombas de agua) y 4,5 KW que será del ascensor tipo ITA-1.

A los efectos de cómputo de potencia, se tendrán en cuenta las consideraciones indicadas en el cuadro siguiente:

PREVISIÓN DE CARGAS				
PARCELA	NUM CGPs	NUM VIVIENDAS	ELECTRIFICACIÓN	VIVIENDA TIPO
1	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIAR
2	17	34	ELEVADA	UNIFAMILIAR
3	6	12	ELEVADA	UNIFAMILIAR
4	14	140	BASICA	COLECTIVA
5	14	140	BASICA	COLECTIVA
6	11	21	ELEVADA	UNIFAMILIAR
7	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIAR
8	8	88	BASICA	COLECTIVA
9	12	132	BASICA	COLECTIVA
10	14	27	ELEVADA	UNIFAMILIAR
11	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIAR
12	9	18	ELEVADA	UNIFAMILIAR
13	17	33	ELEVADA	UNIFAMILIAR
14	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIAR
15	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIAR
16	7	14	ELEVADA	UNIFAMILIAR
17	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIAR
18	7	13	ELEVADA	UNIFAMILIAR
19	15	150	BASICA	COLECTIVA
20	10	100	BASICA	COLECTIVA
21	5	9	ELEVADA	UNIFAMILIAR
6 JARDINES			Luminaria Na HP 100 W cada 30 m2	
EQUIPAMIENTO SOCIAL			10 W/m2	
EQUIPAMIENTO JUVENIL			5 W/m2	
ALUMBRADO VIALES			3 centros de mando 20 KW/Ud	

Calcularemos sobre el plano en AutoCAD las superficies de cada parcela (JARDINES, EQUIPAMIENTO SOCIAL, EQUIPAMIENTO JUVENIL Y GARAJES DE LOS EDIFICIOS EN LAS PARCELAS 4,5,8,9,19 Y 20) y la multiplicaremos por la potencia prevista por metro cuadrado de cada parcela correspondiente. De esta forma obtendremos la potencia total demandada por cada parcela. Las parcelas que corresponden a las viviendas unifamiliares y las colectivas calcularemos su potencia demandada multiplicando el número de viviendas que componen la parcela por la potencia individual contratada de cada vivienda. Para el caso de las parcelas con las viviendas colectivas además tendremos que tener en cuenta los servicios generales, ascensor y la potencia demandada por los garajes.

El cuadro resumen de la previsión de potencia por parcela se ve en la siguiente tabla:

PARCELA	POTENCIA PREVISTA (KW)
1	220,8
2	312,8
3	110,4
4	1016,49
5	1017,91
6	193,2
7	202,4
8	608,6
9	928,67
10	248,4
11	202,4
12	165,6
13	303,6
14	156,4
15	156,4
16	128,8
17	220,8
18	119,6
19	1091,37
20	697
21	82,8
J1	24,12
J2	8,64
J3	7,92
J4	12,96
J5	13,5
J6	21,6
ES	16,61
EJ	100,98
3 CMAPs	60
TOTAL	8450,77

Los datos que se obtienen en la tabla anterior se pueden consultar en el siguiente plano:

PLANO 3: PREVISIÓN DE POTENCIA TOTAL POR PARCELA (A1)

Según esta tabla vemos que la potencia total que tiene que entregar el anillo de MT a las cargas es 8450,76 KW.

Para saber la potencia total demandada por el polígono residencial tenemos que sumar la carga del centro comercial. Recordando que el transformador que alimenta el centro comercial

tiene una potencia de 630 KVA y suponiendo un $\cos(\phi)=0,9$ la potencia activa que demandaría dicho transformador trabajando en condiciones de carga máxima sería:

$$P = 630 \times 0,9 = 567 \text{ KW}$$

Luego la potencia total que demandaría todo el polígono residencial en caso más desfavorable de estar todas las cargas enchufadas y demandando su potencia contratada sería:

$$P_T = 8450,76 + 567 = 9017,76 \text{ KW}$$

Esto sería la potencia teórica que nos tendría que aguantar la acometida general subterránea MT y la línea aérea de MT que alimenta a nuestro polígono residencial.

Para el caso práctico todas las cargas nunca podrán estar enchufadas al mismo tiempo, luego diseñaremos nuestra acometida subterránea de MT y la línea aérea de MT en función de la potencia de los transformadores que tenemos ubicados en el polígono. Recordando que tenemos 14 transformadores (13 miniBLOK + 1 PFU-5) de 400 KVA que alimentan a los abonados en BT y un transformador de 630 KVA que alimenta al abonado en MT (centro comercial)

$$S_T = 14 \times 400 + 1 \times 630 = 6230 \text{ KVA}$$

Y considerando que todos los trafos trabajen con un factor de potencia de 0,9 tenemos que la potencia activa demandada por el polígono residencial en caso más desfavorable de estar todos los trafos trabajando a plena carga:

$$P_T = 6230 \times 5607 \text{ KW.}$$

En la sección de "Cálculos justificativos" demostraremos que el conductor 47-AL1/8STA1 (LA-56) sería válido para transportar dicha carga para el caso de línea aérea de MT y que el conductor HEPRZ1 de sección 240 mm² y aislamiento de 12/20 KV también sería válida para transportar dicha carga para el caso de acometida general subterránea de MT.

1.8 Plazo de Ejecución de las Instalaciones

La ejecución de las instalaciones totalmente terminadas y puestas en servicio referidas al presente proyecto se ejecutará a los nueve meses una vez presentado y aprobado el proyecto.

1.9 Descripción Detallada de las Instalaciones

1.9.1 Red de Media Tensión

1.9.1.1 Trazado

La red de MT discurrirá por terrenos de dominio público pertenecientes al término municipal de Cartagena, su disposición será bajo la acera peatonal con conductores directamente enterrados.

1. L.S.M.T. acometida general hasta el Centro de Reparto

PLANO 28 - LINEAS MT (A1)

2. L.S.M.T. anillo conectando todos los Centros de Transformación

PLANO 28 - LINEAS MT (A1)

3. L.S.M.T. desde el Centro de Reparto hasta el centro de abonado

PLANO 28 - LINEAS MT (A1)

En cambio, cuando haya cruzamientos de carretera la LSMT se tendrá que enterrar bajo tubos.

PLANO 44 - PLANO ZANJAS LINEAS MT (A3)

1.9.1.1.1 Longitud

- La longitud de la acometida general de MT desde el entronque A/S hasta el Centro de Transformación y Reparto (PFU-5) es de 20 metros sumando también la bajada de cables por el entronque.

- La longitud de la acometida para el abonado de MT desde el Centro de Transformación y Reparto sería 484 metros.

- La longitud total del anillo MT que enlaza todos los transformadores será de 2685 metros.

1.9.1.1.2 Puntos de Entronque y Final de la Línea

-La L.S.M.T. acometida general de MT que parte desde el entronque aéreo subterráneo será el mostrado en el **PLANO 28 - LINEAS MT (A1)** y su punto final de línea estará ubicado en la conexión con el Centro de Transformación y Reparto. (PFU-5).

-La L.S.M.T. acometida para el abonado de MT que parte desde el Centro de Transformación y Reparto (PFU-5) y su punto final sería el centro de transformación del abonado en MT que sería el centro situado en la parte sur del polígono residencial. **PLANO 28 - LINEAS MT (A1)**.

-La L.S.M.T. correspondiente al anillo de MT, su punto principal de salida será desde el Centro de Transformación y Reparto (PFU-5) hacia el mismo pasando por los distintos centros de transformación (CT2, CT3, CT4, CT1, CT5, CT6, CT9, CT8, CT7, CT14, CT13, CT11, CT12 y vuelta al PFU-5). **PLANO 28 - LINEAS MT (A1)**.

NOTA: DE AQUÍ EN ADELANTE EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y REPARTO PASARÁ EN LLAMARSE CTR10 CON LO CUAL LA NUMERACIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN SE QUEDARÍA DE LA SIGUIENTE FORMA:

NUMERACIÓN DEL TRAFO	ENVOLVENTE	POTENCIA (KVA)
CT1	miniBLOK	400
CT2	miniBLOK	400
CT3	miniBLOK	400
CT4	miniBLOK	400
CT5	miniBLOK	400
CT6	miniBLOK	400
CT7	miniBLOK	400
CT8	miniBLOK	400
CT9	miniBLOK	400
CTR10	PFU-5	400
CT11	miniBLOK	400
CT12	miniBLOK	400
CT13	miniBLOK	400
CT14	miniBLOK	400

1.9.1.1.3 Términos Municipales Afectados

El trazado de la línea en el presente proyecto sólo afecta al término municipal correspondiente al Ayuntamiento de Cartagena.

1.9.1.1.4 Relación de Propietarios Afectados con Dirección y DNI

Todas las Redes Subterráneas de media tensión proyectadas discurren por vía pública, por lo que no existen propietarios afectados por el paso de la línea.

1.9.1.1.5 Relación de Cruzamientos y Paralelismos en Canalizaciones Eléctricas

- Las condiciones que se deberían cumplir en los cruzamientos y paralelismos de nuestra red de MT serán las siguientes:

Cruzamientos:

Se evitarán cruzamientos con L.S.B.T y L.S.M.T. de otros usos y alcantarillado. Los cruzamientos con las carreteras y calles de tránsito de vehículos se harán en ángulos rectos y siempre entubados. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizará entubado al igual que el de calzadas y se procurará que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores de MT se colocarán en tubos protectores a una profundidad mínima de 1 metro contando desde la parte superior del tubo y recubiertos de hormigón en todo su recorrido bajo carretera o calle. Podemos consultar los Planos de zanjas (**Plano 30-Plano 44**). Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje de la vial.

- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores de MT de nuestra red de MT con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25 m. Para los cruzamientos con cables de BT siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de nuestra red de MT. La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión. (**Plano 30-Plano 44**).

- Con Canalizaciones de Agua y Gas: Los conductores de nuestra red de MT se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m y siempre por encima de ellos. Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua o gas. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable de MT se dispondrá en canalización entubada.

- Ferrocarriles

Los cables se colocaran en el interior de tubos protectores recubiertos de hormigón y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, y a una profundidad mínima de 1,5 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasaran las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

- Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica de MT y los de telecomunicación será de 0.20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada. Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

- Conducciones de alcantarillado

Se procurara pasar los cables de MT por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasara por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas.

Depósitos de carburante

Los cables de MT se dispondrán en canalizaciones entubadas y los extremos de los tubos rebasaran al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

Proximidad y Paralelismos.

Los cables subterráneos de media tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical con las demás conducciones.

- Otros cables de energía eléctrica

Los cables de media tensión podrán instalarse paralelamente, y discurrir en la misma zanja, a otros de baja o media tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

- Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica de media tensión y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada .

- Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica de media tensión y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica de media tensión y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico de media tensión. Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de media tensión.

- Canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica de media tensión y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de media tensión.

- A continuación describiremos las canalizaciones eléctricas de MT posibles en nuestro proyecto:

Canalización directamente enterrada (cables directamente enterrados bajo acera peatonal)

Los cables irán directamente enterrados bajo acera peatonal y por ello, para las canalizaciones deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera peatonal, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulos pronunciados. La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.
2. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo: 15 veces el diámetro exterior.
3. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
4. Los cables se alojarán en zanjas colocados a una profundidad mínima de 1,0 m y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,40 m. La profundidad total de la zanja será como mínimo de 1,2 metros.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor mínimo de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm. Siendo el espesor total mínimo para los asientos de cables de 25-30 cm. (teniendo en cuenta el espesor de la terna de cables). Sobre esta capa se colocará una protección mecánica, que se tapará con 50-60 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Para la protección mecánica usaremos siempre placas cubrecables de plástico independientemente del número de cables que discurrirán por la zanja. También a una profundidad de 10 cm colocaremos una cinta de señalización de cables que nos indicará la presencia de los mismos para las futuras aperturas de zanjas (en caso de ser necesario).

Ver Planos 30-44.

Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

Canalización Entubada (cables enterrados bajo tubos en cruzamientos de carretera):

En estas canalizaciones el cable irá entubado en todo o gran parte de su trazado. Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03. El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm. Siendo los tubos utilizados en todas las zanjas del presente proyecto de 160 mm de diámetro. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 45 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos y a la entrada y a la salida de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizará con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 25 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal. La separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 10-15 cm. La profunda de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 100 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo. Como norma general, los tubos con cables de MT se colocarán a una profundidad de 1 metro contando desde la parte superior del tubo hasta la rasante del terreno, siendo la profundidad mínima de la zanja de 1,25 m. En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 10 cm de espesor de hormigón H-125, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-125 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. El asiento de hormigón H125 para cables tendrá un espesor mínimo de 40 cm. También a una profundidad de 10 cm se colocará una cinta de señalización de cables que indicará la presencia de los mismos en caso de futuras aperturas de zanja (en caso de ser necesario). Y por último, se hace el relleno de la zanja con zahorras compactadas o tierras de la propia excavación. Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

Ver Planos de Zanjas 30-44.

Empalmes y conexiones:

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos de MT se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno. Para más información ver detalle de las zanjas: **Planos 30-44**

1.9.1.2 Materiales

1.9.1.2.1 Conductores y Aislamientos

Para red de MT subterránea se utilizarán únicamente cables **AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 12/20 KV** de secciones 1x150 mm² y 1x240 mm² (1x50 mm² se utilizarán para puentes de MT en los transformadores) de fabricante PRYSMIAN de aislamiento de dieléctrico seco de las siguientes características:

- **Conductor:** Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.
- **Pantalla sobre el conductor:** Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
- **Aislamiento:** Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- **Pantalla sobre el aislamiento:** Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- **Cubierta:** Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

Características constructivas

Media Tensión

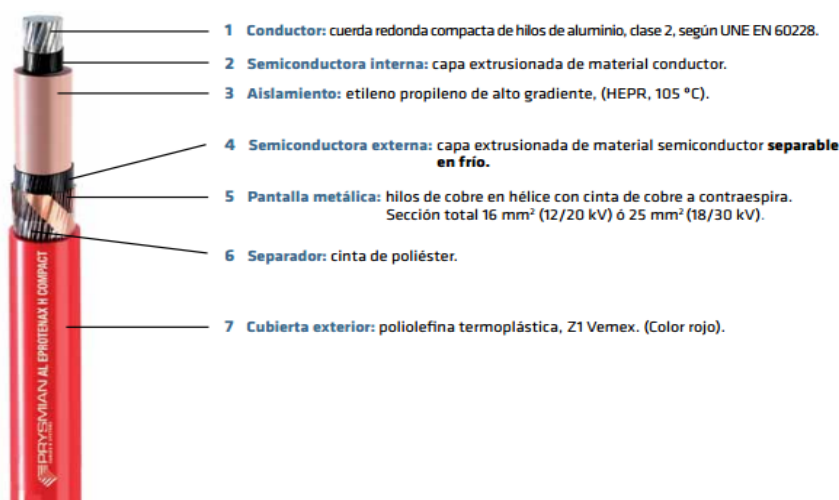
CABLE AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV

ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR IBERDROLA E HIDROCANTÁBRICO

Tipo: AL HEPRZ1
Tensión: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma de diseño: UNE HD 620-9E

(Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).

Composición:

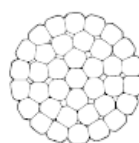


1 - CONDUCTOR

Los conductores de los cables están constituidos por cuerdas redondas compactas de cobre recocido o de aluminio. La compactación se efectúa por un método patentado que permite obtener superficies más lisas y diámetros de cuerdas menores que los de las cuerdas normales de igual sección. Si eventualmente entra agua en el interior del cable durante su instalación, o por causa accidental, y se desea evitar su propagación a lo largo de los huecos existentes entre los alambres que forman el conductor, estos alambres pueden fabricarse rellenos con un material obturador que impide dicha propagación. Los conductores satisfacen las especificaciones de las normas, tanto nacionales (UNE EN 60228), como internacionales (IEC 60228).



Conductor, cuerda redonda normal



Conductor, cuerda redonda compacta

2 - CAPA SEMICONDUCTORA INTERNA:

En los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE, el conductor va recubierto de una capa semiconductora, cuya función es doble:

- Impedir la ionización del aire que, en otro caso, se encontraría entre el conductor metálico y el material aislante (efecto corona). La capa semiconductora forma cuerpo único con el aislante y no se separa del mismo ni aún con las dobladuras a que el cable pueda someterse, constituyendo la verdadera superficie equipotencial del conductor. Los eventuales espacios de aire quedan bajo esta superficie y, por lo tanto, fuera de la acción del campo eléctrico.
- Mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor. Dicha capa, gracias a su conductividad, convierte en cilíndrica y lisa la superficie del conductor, ya que puede concebirse como parte integrante del mismo, eliminando así los posibles focos de gran sollicitación eléctrica en el aislamiento.

3 - AISLAMIENTO:

El aislamiento de los cables EPROTENAX COMPACT es una mezcla a base del polímero sintético "etileno-propileno de alto módulo" (designado con HEPR). Sus características mecánicas, físicas, eléctricas, etc. son iguales o superan a las de las mejores gomas aislantes para cables empleadas hasta el momento, pero lo que la distingue particularmente es su mayor resistencia al envejecimiento térmico y su elevadísima resistencia al fenómeno de las "descargas parciales", especialmente crítico en terrenos húmedos en ambientes contaminados, cuando se emplean otros aislamientos "secos". Esta extraordinaria resistencia al efecto corona o a las descargas parciales, unida a sus excelentes características eléctricas, permite elevar el límite de seguridad del dieléctrico y elaborar, por tanto, con plena seguridad, cables aislados con goma, no sólo para las tensiones citadas en este Catálogo de hasta 30 kV, sino también hasta 150 kV, sin tener que recurrir a protecciones especiales contra la penetración de humedad en el cable. Las características y prescripciones de prueba de la mezcla de etileno-propileno utilizada, responden a las mayores exigencias que se especifican en las principales Normas en uso, tanto nacionales como extranjeras. En la tabla I figura un resumen de tales características. El aislamiento de los cables VOLTALENE está constituido por polietileno químicamente reticulado. Dicho aislamiento es un material termoestable que presenta buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una excelente resistencia de aislamiento. La excelente estabilidad térmica del polietileno reticulado le capacita para admitir en régimen permanente temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90 °C, tolerando temperaturas de cortocircuito de 250 °C. La marcada estabilidad al envejecimiento, la elevada resistencia a los agentes químicos y la tenacidad mecánica y eléctrica, son las propiedades más destacadas que hacen del polietileno químicamente reticulado un material apropiado para el aislamiento de cables. El polietileno reticulado empleado por PRYSMIAN, responde a todas las exigencias que se especifican en las principales Normas de uso, en particular, la Norma Internacional IEC 60502. En la tabla I figura un resumen de sus características.

4 – CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA:

Los cables EPROTENAX COMPACT de tensión superior a 3.6/6 kV deben ir apantallados y los cables VOLTALENE a partir de 1,8/3 kV. En los cables trifásicos se aplica una pantalla sobre cada uno de los conductores aislados. Los cables EPROTENAX COMPACT de tensión 1,8/3 kV y 3,6/6 kV y VOLTALENE de tensión 1,8/3 kV pueden fabricarse en las dos versiones: apantallados o sin apantallar. La pantalla está normalmente constituida por una envolvente metálica (cintas de cobre, hilos de cobre, etc.) aplicada sobre una capa semiconductora externa, la cual, a su vez, se ha colocado previamente sobre el aislamiento con el mismo propósito con que se coloca la capa semiconductora interna sobre el conductor. La capa semiconductora externa está formada por una mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a la del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.

Como quiera que la íntima unión que debe existir entre el aislamiento y la capa semiconductora externa comporta en ocasiones serias dificultades de despegue en el momento de confeccionar empalmes o terminales, además de la mezcla semiconductora normal, PRYSMIAN ha ensayado y puesto a punto un tipo de mezcla semiconductora que, conservando las características que le son propias, se separa fácilmente del aislamiento sin tener que recurrir a ningún útil especial, dejando el aislamiento completamente limpio. Esta mezcla semiconductora externa separable en frío, denominada también como "easy stripping", se emplea en los cables de hasta 30 kV.

5 – PANTALLA METÁLICA:

Será de hilos de cobre y desempeñará distintas misiones, entre las que destacan:

- Confinar el campo eléctrico en el interior del cable.
- Lograr una distribución simétrica y radial del esfuerzo eléctrico en el seno del aislamiento.
- Limitar la influencia mutua entre cables eléctricos.
- Evitar, o al menos reducir, el peligro de electrocuciones.

6 – CUBIERTA DE SEPARACIÓN:

De acuerdo con las prescripciones de la Norma IEC 60502, cuando la pantalla y la cubierta exterior están constituidas por materiales diferentes, deberán estar separadas por una cubierta estanca extruída. La calidad del material debe ser adecuada para la temperatura de trabajo del cable y sus características quedan definidas en la Norma citada.

7 – CUBIERTA EXTERIOR (VEMEX-Z1):

Al ser las cubiertas una mezcla termoplástica, tienden a endurecerse a temperaturas inferiores a los 0 °C, aún cuando conservan cierta flexibilidad a temperaturas entre -10 °C y -15 °C las de PVC y hasta -30 °C la VEMEX y las AFUMEX. La única precaución a considerar es que las operaciones de tendido de los cables no deben realizarse a temperaturas inferiores a los 0 °C. Si un cable está fijo y no está sometido a golpes y vibraciones, puede soportar sin daño temperaturas de -50 °C. La cubierta termoplástica Vemex (Z1) está diseñada para cables unipolares no armados sin mayor protección mecánica que la cubierta exterior. Este tipo de material conjuga una gran resistencia y flexibilidad en frío, con una elevada resistencia al desgarro a temperatura ambiente, a la vez que una muy alta resistencia a la deformación en caliente. En el caso de los cables VOLTALENE debe añadirse una muy baja permeabilidad al agua. El equilibrio conseguido con una adecuada formulación y las propiedades intrínsecas del polímero utilizado, se traducen en que el nuevo compuesto termoplástico que tiene unas características mecánicas y una resistencia al medio ambiente activo excepcionales, permitiendo un mayor abanico de aplicaciones. Los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE con cubierta VEMEX presentan, respecto a los cables convencionales:

- Mayor resistencia a la absorción del agua.
- Mayor resistencia al rozamiento y a la abrasión.
- Mayor resistencia a los golpes.
- Mayor resistencia al desgarro.
- Mayor facilidad de instalación en tramos tubulares.
- Mayor seguridad en el montaje.

Todo ello hace que sea un cable idóneo para el tendido mecanizado.

CABLES TIPO EPROTENAX COMPACT

DESIGNACIÓN DE LOS CABLES EPROTENAX COMPACT

Para facilitar la comprensión del modo de designación de los cables EPROTENAX COMPACT se tomará un ejemplo:

AL	EPROTENAX	H	COMPACT	1 x 240/16	mm ²	12/20	kV
Las siglas AL denotan que el conductor es de aluminio, si no se indica nada, se entiende que el conductor es de cobre.	Es el nombre comercial del cable, e indica que el cable está aislado con goma etileno-propileno.	Cable apantallado	COMPACT indica que el aislamiento es etileno-propileno de alto gradiente (HEPR). La cubierta es tipo VEMEX, (o PVC en el caso de cables armados).	La cifra 1 ó 3 denota que el cable es unipolar o tripolar. 240 indica la sección del conductor en mm ² . 16 indica la sección de la pantalla en mm ² .		Tensión nominal 12 kV entre conductor (fase) y pantalla y 20 kV entre conductores (fases). La tensión más elevada entre fases puede ser superior (ver tabla de la página 7).	

Las secciones que utiliza Iberdrola para la distribución en media tensión para sus redes subterráneas de MT se ven en la siguiente tabla:

Tabla 1

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm ²	Sección pantalla mm ²
HEPRZ1 o RHZ1	12/20	150	16
		240	16
		400	16
	18/30	150	25
		240	25
		400	25

Las características eléctricas de dichos cables se ven en las siguientes tablas:

Tabla 2a
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C
Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Tabla 4
Cables aislados con aislamiento seco.
Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de aislamiento	Condiciones	
	Servicio permanente θ_s	Cortocircuito $t \leq 5s$ θ_{cc}
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	> 250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	> 250

Tabla 5
Intensidad máxima admisible, (A), en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco instalación directamente enterrada para tensiones nominales hasta 18/30 kV

Sección nominal de los conductores mm^2	Tipo de aislamiento seco	
	XLPE	HEPR
150	260	275
240	345	365
400	445	470

Tabla 11
Intensidades máximas admisibles (A), en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados con conductores de aluminio de hasta 18/30 kV bajo tubo

Sección (mm^2)	Tipo de aislamiento	
	XLPE	HEPR
150	245	255
240	320	345
400	415	450

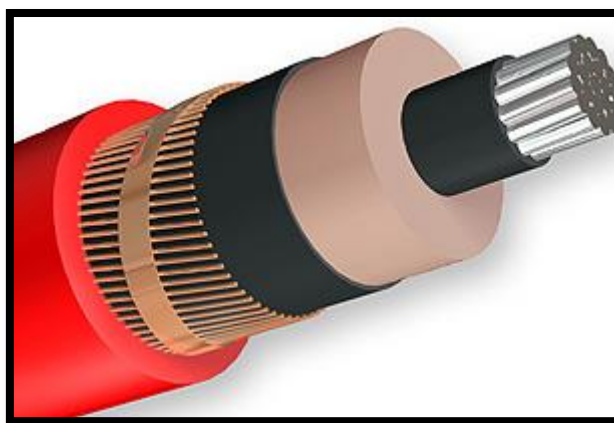
El nivel de aislamiento de los cables para la red subterránea de MT se selecciona en función de la categoría de la red. En nuestro caso es una red de 20 kV y CATEGORÍA A, luego el aislamiento que tenemos que elegir es 12/20 kV según la siguiente tabla:

Red sistema trifásico			Cable a utilizar Tensión nominal del cable U_0/U (kV)
Tensión nominal U (kV)	Tensión más elevada de la red U_m (kV)	Categoría de la red	
3	3.6	A-B	1.8/3
		C	3.6/6
6	7.2	A-B	6/10
		C	8.7/15
10	12	A-B	15/25
		C	18/30
15	17.5	A-B	26/45
		C	
20	24	A-B	12/20
		C	
25	30	A-B	
		C	
30	36	A-B	
		C	

En resumen los conductores serán con aislamiento seco para una tensión de aislamiento de 12/20 KV. El aislamiento será de Etileno-Propileno de alto módulo (HEPR) y cubierta de poliolefina termoplástica (Z1 VEMEX). Se trata de un material que resiste perfectamente la acción de humedad y además posee la estructura de una goma. Es un cable idóneo para instalaciones subterráneas en suelos húmedos, incluso por debajo del nivel freático. Debido a su reducido diámetro y a la mejor manejabilidad de la goma HEPR, es un cable adecuado para instalaciones en las que el recorrido sea muy sinuoso.

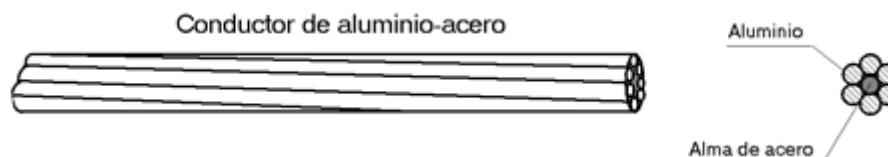
Las características mecánicas de los cables AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 KV son:

	Peso del Cable (kg/km)	Carga de Rotura de la Cubierta (N/cm ²)	Sección Aluminio (mm ²)	Sección de la Pantalla de Cobre (mm ²)	Radio minimo curvatura	Diametro Exterior (mm)	Espesor Aislamiento (mm)
S = 150 mm ²	1200	850	150	16	15 x Dext	32	4,3
S = 240 mm ²	1600	850	240	16	16 x Dext	36	4,3



Para la L.A.M.T. que conecta el apoyo de entronque fin de línea de Iberdrola con el entronque A/S utilizaremos cables **47-AL1/8ST1A (LA-56)** que es un conductor de aluminio-acero con las siguientes características:

Designación	47-AL1/8ST1A (LA 56)
Sección de aluminio, mm ²	46,8
Sección de acero, mm ²	7,79
Sección total, mm ²	54,6
Composición	6 + 1
Diámetro de los alambres, mm	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1629
Módulo de elasticidad, daN/mm ²	7900
Coefficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	0,0000191
Masa aproximada, kg/km.	188,8
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km.	0.6129
Densidad de corriente, A/mm ²	3.65



Designación	Secciones			Equivalencia en cobre	Número de alambres		Diámetros de los alambres		Diámetros	
	Aluminio	Acero	Total		Aluminio	Acero	Aluminio	Acero	Alma	Conductor
	mm ²	mm ²	mm ²		n°	n°	mm	mm	mm	mm
47-AL1/8-ST1A	46,8	7,8	54,6	30	6	1	3,15	3,15	3,15	9,45

Masa lineal	Carga de rotura	Resistencia en C.C.	Módulo de elasticidad	Coefficiente de dilatación lineal	Reglamento		Código
		a 20 °C	E	α	Densidad de corriente	Intensidad de corriente	
Kg/km	Kgf/daN	Ω/km	Kgf/mm ² daN/mm ²	$^{\circ}\text{C}\times 10^{-6}$	A/mm ²	A	
189,1	1670 1640	0,613 6	8100 7900	19,1	3,65	199	5463004

El **Aislamiento** utilizado para la **L.A.M.T** para aislar los conductores cargados del potencial de tierra se usarán cadenas de aislamiento de amarre que se componen de los siguientes elementos:

Aisladores de composite U70YB20

Rotula Corta R16

Grapa de Amarre GA-1.

<u>NIVEL DE POLUCIÓN MEDIO (II)</u>	
Amarre	
Marca	Denominación
1	Aislador compuesto U70 YB 20
2	Alojamiento de rótula R16/17P
3	Grapa de amarre GA-1
L = 575 mm	
<u>NIVEL DE POLUCIÓN MUY FUERTE (IV)</u>	
Amarre	
Marca	Denominación
1	Aislador compuesto U70 YB 20 P
2	Alojamiento de rótula R16/17P
3	Grapa de amarre GA-1-I
L = 575 mm	

Figura 2. Cadena de amarre, para niveles de polución II y IV

1.9.1.2.2 Accesorios

Los accesorios serán homologados por Iberdrola y adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de estos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). La ejecución y montaje de los empalmes y las terminaciones se realizarán siguiendo el manual técnico de Iberdrola correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante. Los accesorios que utilizaremos en este proyecto son:

Terminaciones: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02. (Norma particular de Iberdrola)

Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02. (Norma particular de Iberdrola)

Empalmes: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02. (Norma particular de Iberdrola).

Las características de los accesorios se ven en las siguientes tablas:

Tabla 1
Terminaciones de exterior normalizados

Designación	Tensión máxima (Um) kV	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor	Código
TE/24-50	24	50	Al	56 84 651
TE/24-150÷240		150 y 240		56 84 657
TE/24-400		400		56 84 658
TE/36-50	36	50		56 84 661
TE/36-150÷240		150 y 240		56 84 667
TE/36-400		400		56 84 668

Tabla 2
Terminaciones de interior normalizados

Designación	Tensión máxima (Um) kV	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor	Código
TI/24-50	24	50	Al	56 84 251
TI/24-150÷240		150 y 240		56 84 257
TI/24-400		400		56 84 258
TI/36-50	36	50		56 84 261
TI/36-150÷240		150 y 240		56 84 267
TI/36-400		400		56 84 268

Tabla 3
Empalmes rectos unipolares normalizados

Designación	Tensión máxima (Um) kV	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor	Código
E1S/24-150÷240	24	150 y 240	Al	56 80 247
E1S/24-400		400		56 80 248
E1S/24-150÷240 (AS)		150 y 240		56 80 246
E1S/24-400 (AS)		400		56 80 249
E1S/36-150÷240	36	150 y 240		56 80 267
E1S/36-400		400		56 80 268
E1S/36-150÷240 (AS)		150 y 240		56 80 266
E1S/36-400 (AS)		400		56 80 269

Tabla 4
Conectores separables apantallados y barra de ensayo normalizados

Designación	Tensión Máxima (Um) (kV)	Interface (Tipo su- perficie de con- tacto)	Intensi- dad nomi- nal admi- sible (A)	Sección del conductor (mm ²)	Tipo de contacto	Código
CSR1S/24/50	24	A	250	50	Enchufable	56 87 100
CSA1S/24/50						56 87 101
CSA3S/36/50	36	B	400			56 87 116
CSA2R/24/150/sDC	24	C	630	150	Atorni- llado	56 87 142
CSA2R/24/240/sDC				240		56 87 143
CSA2R/24/400/sDC				400		56 87 144
CST2R/24/150				150		56 87 122
CST3R/36/150	36	C	630	150		56 87 137
CST3R/36/240				240	56 87 138	
CST3R/36/400				400	56 87 139	
BE 2R/3R			—			56 88 902

Significado de las siglas que componen la designación:

TE: Terminación de exterior

TI: Terminación de interior

E1S: Empalme unipolar subterráneo

AS = Condición de uso en cables unipolares de alta seguridad

CSR: Conector separable recto

CSA: Conector separable acodado

CST: Conector separable en T

BE: Barra de ensayo de cable

24/36: Valor máximo de la tensión asignada en kV

50/150/240/400 = Sección del conductor o rango de secciones, en mm²

1S=Para conexión en conector C1S(conexión sencilla-contacto enchufable NI72.83.00) 24 kV

3S=Para conexión conector C3S(conexión sencilla-contacto enchufable NI72.83.00)36 kV.

2R=Para conexión conector C2R(conexión reforzada-contacto atornillado NI72.83.00)24 kV

3R=Para conexión conector C3R(conexión reforzada-contacto atornillado NI72.83.00)36 kV

sDC = Sin divisor capacitivo

Ejemplos de denominación:

Empalme E1/24-150÷240, NI 56.80.02.

Terminación TES/24-150÷240, NI 56.80.02.

Conector separable CSA2R/24/150/sDC, NI 56.80.02.

Los accesorios antes descritos se ven en las siguientes figuras:

TERMINAL EXTERIOR (BOTELLA TERMINAL) PARA ENTRONQUE A/S

La tecnología de instalación aceptada será contráctil en frío o enfilable de presentación monobloc o integral, según lo indicado en el capítulo 5 de la UNE 211 027. Además cumplirá con las características indicadas en el capítulo 6 y con lo que a continuación se indica:

- El control de campo en las terminaciones estará integrado con la cubierta del terminal.
- Las superficies expuestas al contorneo serán resistentes a la formación de caminos de carbón y la erosión, cumplirán los ensayos especificados en la norma UNE 211 027 para la clase 1A 3,5.
- No se admitirán que las aletas que se coloquen para aumentar la longitud de la línea de fuga, sean de piezas independientes. El diámetro de las aletas será como máximo el diámetro exterior de la fase del cable más 100 mm.
- El aislamiento del cable quedará cubierto totalmente entre el final de la cubierta y el conector terminal. - El terminal metálico, estará incluido en el suministro y será de tecnología por apriete mecánico cumpliendo los requisitos de UNE 211 024, no admitiéndose que incorporen piezas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar.
- Las longitudes máximas (L) de las terminaciones serán las indicadas en la tabla 5, siendo (L), la distancia longitudinal medida entre el extremo visto de la cubierta del cable y el extremo del conductor. (Véase figura 1).

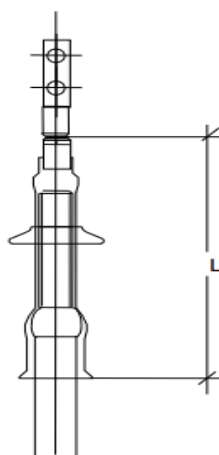


Fig. 1: Terminación de exterior

Tabla 5
Dimensiones de las terminaciones

Tensión asignada $U_o/U(U_m)$ (kV)	Terminaciones de exterior	Terminaciones de interior
	Longitud máxima de la terminación L en (mm) ±5	
12/20 (24)	575	315
18/30 (36)	650	340

TERMINAL EXTERIOR DE PRYSMIAN (PARA ENTRONQUE A/S)

Terminal ELASTICFIT TMF-E (Denominación Internacional: ELTO)

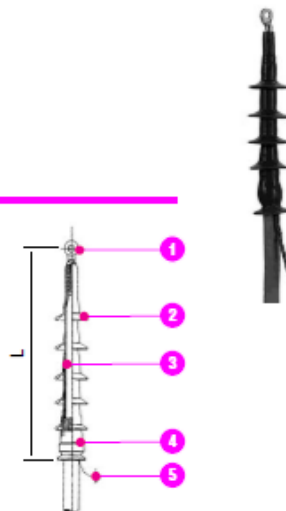
DESCRIPCIÓN

TERMINAL MODULAR PREMOLDEADO FLEXIBLE DE EXTERIOR, (hasta 18/30 kV)

Ref. norma: HD-628 ; HD-629.
Correspondencia con la norma: IEC 60502-4
Nivel máximo de tensión: 36 kV.

COMPONENTES

- 1 - **CONTACTO METÁLICO:**
Contacto metálico de Cu o Al-Cu.
- 2 - **ALETAS AISLANTES:**
Aletas modulares deslizantes fabricadas en elastómero anti-tracking.
- 3 - **REPARTIDOR LINEAL DE TENSIÓN:**
Moldeado elastico, distribuye las líneas de campo eléctrico.
- 4 - **PROTECTOR TOMA TIERRA:**
Protector de goma elastomérica que impide la penetración de agua y protege la toma de tierra.
- 5 - **TOMA DE TIERRA:**
Utilizando los propios hilos de la pantalla del cable.



CARACTERÍSTICAS

- PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO.
- Posiciones: vertical, angular o invertida.
- No precisan herramientas especiales, calentamiento ni rellenos.
- Se pueden poner en servicio inmediatamente.
- Piezas modulares introducidas sobre el cable con la ayuda de un lubricante especial.

TERMINAL INTERIOR DE PRYSMIAN (HOMOLOGADO POR IBEDROLA)

Terminal ELASTICFIT TMF-R (Denominación Internacional: ELTImb)

DESCRIPCIÓN

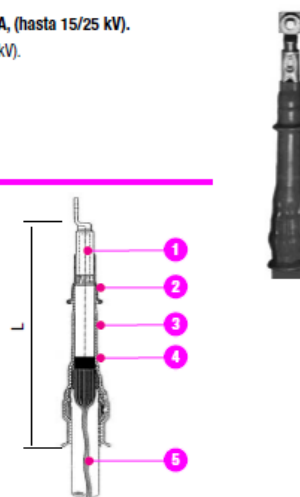
TERMINAL MONOBLOC PREMOLDEADO FLEXIBLE DE INTERIOR DE ALTURA REDUCIDA, (hasta 15/25 kV).

HD 628 y HD 629; (También para cables de 18/30 kV pero con tensión de servicio de 25 kV).

Correspondencia con las normas: IEC 60502-4 ; IEC 60055.
Nivel máximo de tensión: 15/25 kV.

COMPONENTES

- 1 - **CONTACTO METÁLICO:**
Contacto metálico de Cu, Al-Cu o Al estañado.
- 2 - **CAPUCHÓN DE PROTECCIÓN:**
Moldeado en elastómero antitracking.
Impide la penetración de agua.
Se posiciona sobre el final del cuerpo externo (4) y el contacto (1).
- 3 - **REPARTIDOR LINEAL DE TENSIÓN:**
Incorporado en el mismo cuerpo externo (4).
Controla y distribuye el campo eléctrico en el corte de pantalla del cable.
- 4 - **CUERPO PREMOLDEADO EXTERNO:**
Moldeado en elastómero anti-tracking.
Diseñado para estancar totalmente el cable y la toma de tierra.
- 5 - **TOMA DE TIERRA:**
Utilizando los propios hilos de la pantalla del cable.



CARACTERÍSTICAS

- PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO.
- **FACILIDAD DE MONTAJE:** La concepción misma de una terminación Monobloc, lubricada internamente en el proceso de fabricación, permite un montaje fácil. La terminación se desliza a mano, sin ninguna herramienta especial como ayuda; a continuación se conecta el terminal metálico de conexión y se desliza un capuchón de elastómero para asegurar el sellado perfecto de la terminación.
La unidad Monobloc admite todo tipo de contactos metálicos.

APLICACIÓN (Orientativa)

Para diámetros sobre aislamiento del cable (*Tensión servicio 15/25kV). Válido para cables RHZ1 y HEPRZ1.

PASATAPAS PARA CONECTAR LOS PUENTES DE MT (TERMINALES DE INTERIOR) DEL TRANSFORMADOR HOMOLOGADOS POR IBERDROLA

Aislador enchufable FORMFIT TPEI-250A

DESCRIPCIÓN

AISLADOR ENCHUFABLE 250 A, (hasta 12/20 kV)

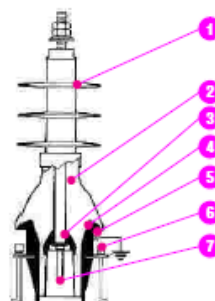
Ref. norma: HD-628 ; HD-629.
Nivel máximo de tensión: 15/25 kV.

Adaptable en interfaces tipo A según EN-50181



COMPONENTES

- 1- **AISLADOR (Monobloc):**
Fabricado en goma de silicona anti-tracking.
- 2- **CUERPO AISLANTE:**
Fabricado con aislante EPDM, mantiene una presión de contacto uniforme en la interfase realizando una excelente barrera contra la humedad.
- 3- **PANTALLA SEMICONDUCTORA INTERNA:**
Protección semiconductora EPDM que actúa como jaula de Faraday evitando la ionización del aire en su interior.
- 4- **PANTALLA SEMICONDUCTORA EXTERNA:**
Protección semiconductora EPDM que actúa como deflector de campo.
- 5- **OJAL:**
Para puesta a tierra.
- 6- **DISPOSITIVO DE FIJACIÓN:**
Dispositivo de acero inoxidable que fija el aislador.
- 7- **VARILLA DE CONTACTO:**
Varilla de cobre acabado en punta para la conexión al equipo correspondiente.



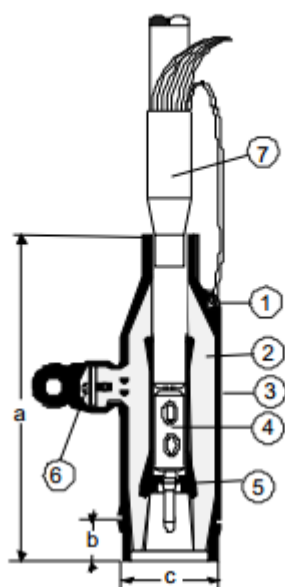
CARACTERÍSTICAS

- PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO.
- Utilización en instalaciones de interior.
- Para alimentación de transformadores equipados con pasatapas enchufables y conexión directa a conductores no aislados (hilos, barras).
- Para realizar ensayos dieléctricos del transformador (no ensayos de serie).
- Intensidad nominal 250 A.
- Intensidad admisible en sobrecarga: 300 A (8 horas por periodo de 24 horas).
- Sólo maniobrable sin tensión.

CONECTOR SEPARABLE ENCHUFABLE RECTO (PARA TERMINALES MT DEL TRANSFORMADOR)

Conectores separables.- Todos los conectores separables serán apantallados, y cumplirán con lo indicado en el capítulo 9 de UNE 211 028. Las figuras y dimensiones de los conectores separables representados en este apartado están dadas a título orientativo, admitiéndose como parte integrante del terminal enchufable aquellos reductores de cables con las funciones de adaptador y reductor (protector de toma de tierra). No se admite la silicona en la protección exterior, ni pintado exterior. El detector de tensión en aquellos conectores en los que se soliciten debe estar insertado en alguno de los componentes del conector separable y su instalación no debe depender de la habilidad del instalador.

Conector separable enchufable recto (contacto enchufable).- Sus elementos constituyentes están representados en la figura 2 y sus dimensiones básicas en la tabla 6.



- 1.- Conexión a tierra
- 2.- Aislamiento (cuerpo aislante)
- 3.- cubierta semiconductora externa
- 4.- Manguito de empalme de conexión
- 5.- Pantalla semiconductora interna
- 6.- Divisor capacitivo de tensión
- 7.- Adaptador de cable (protector de toma de tierra)

Fig. 2: Conector separable enchufable recto (contacto enchufable)

Tabla 6

Dimensiones del Conector separable enchufable recto (contacto enchufable),
dimensiones en mm

Designacion	Para conexión en conector	a (máx)	b*	c*	Interface (Tipo superficie de contacto)
CSR1S/24/50	C1S	260	34 ± 2	55 ± 3	A





CONECTOR SEPARABLE ENCHUFABLE ACODADO (CONEXIÓN EN INTERIOR DE CELDAS DE MT DEL TRANSFORMADOR)

Conectores separables acodados (contacto enchufable).- Sus elementos constituyentes están representados en la figura 3 y sus dimensiones básicas en la tabla 7.

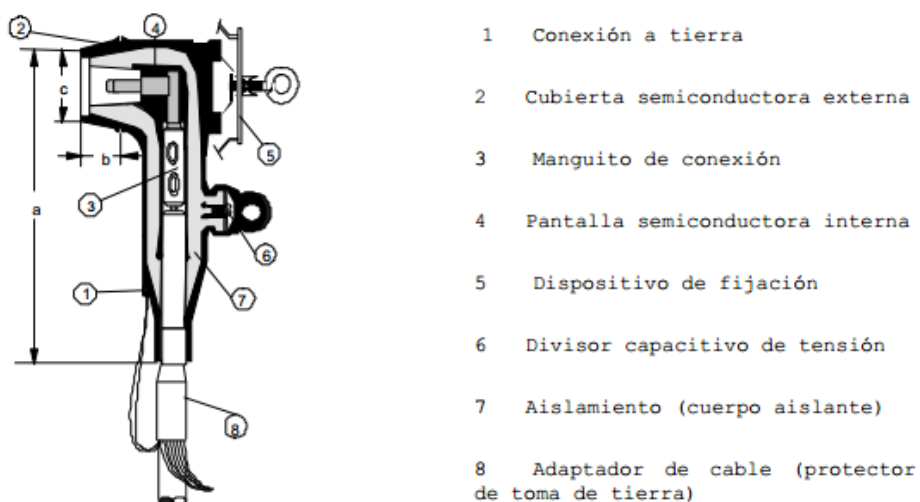


Fig. 3: Terminal acodado (contacto enchufable)

Tabla 7

Dimensiones de los terminales acodados contacto enchufable, dimensiones en mm

Designacion	Para conexión en conector	a (máx)	b*	c*	Interface (Tipo superficie de contacto)
CSA1S/24/50	C1S	260	34 ± 2	54 ± 1	A
CSA3S/36/50	C3S	310	--	77 ± 2	B



CONECTOR SEPARABLE ATORNILLABLE en T (MODELO A)-PARA CONEXIÓN EN INTERIOR DE CELDAS DE MT DEL TRANSFORMADOR

Conectores separables en T (contacto atornillable).- Sus elementos constituyentes están representados en la figura 4, y sus dimensiones básicas se indican en la tabla 8. Este terminal no dispone de divisor capacitivo de tensión.

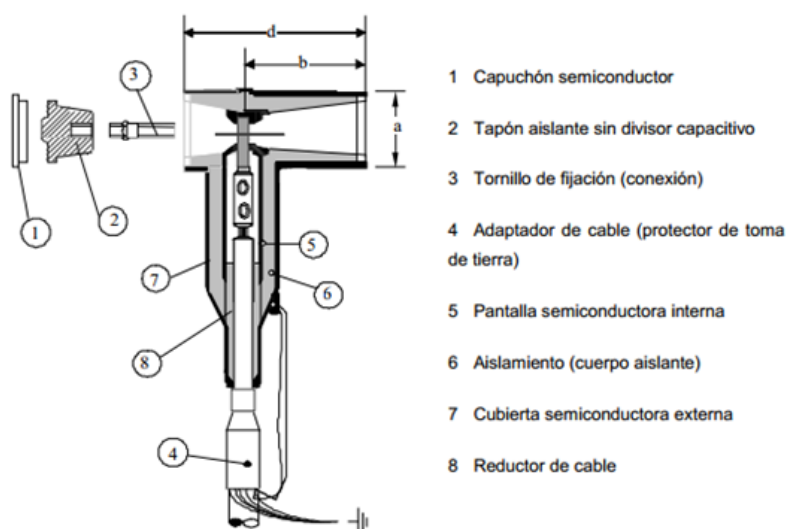


Figura 4.- Conector separable en T (sDC) (contacto atornillable).
Tabla 8

Dimensiones del conector separable en T (sDC) (contacto atornillable),
dimensiones en mm

Designacion	Para conexión en conector	a*	b	d máx**	Interface (Tipo superficie de contacto)
CSA2R/24/150/sDC CSA2R/24/240/sDC CSA2R/24/400/sDC	C2R	76 ± 5	110 ± 5	180	C

CONECTOR SEPARABLE ATORNILLABLE en T (MODELO B)-PARA CONEXIÓN EN INTERIOR DE CELDAS DE MT DEL TRANSFORMADOR

Conector separable en T (contacto atornillable).- Son conectores variantes del acodado, con posibilidad de acoplamiento de conectores separables en batería. Su parte posterior puede quedar aislada o dispuesta para que en ella pueda ser insertado un nuevo conector separable. Sus elementos constituyentes están representados en la figura 5 y sus dimensiones básicas se indican en la tabla 9.

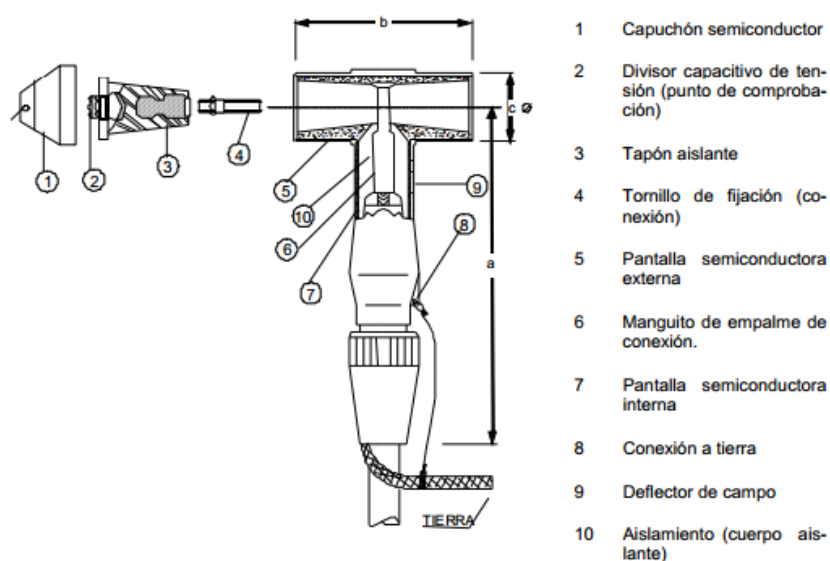


Fig. 5: Conector separable en T (contacto atornillable)

Tabla 9

Dimensiones básicas del conector separable en T (contacto atornillable),
dimensiones en mm

Designacion	Para conexión en conector	a (máx)	b (máx) **	c*	Interface (Tipo superficie de contacto)
CST2R/24/150	C2R	370	220	77 ± 5	C
CST3R/36/150	C3R				
CST3R/36/240					
CST3R/36/400					

EMPALME RECTO DE PRYSMIAN (HOMOLOGADO POR IBERDROLA)

La tecnología de instalación aceptada será contráctil en frío de presentaciones monobloc o integral, según lo indicado en el capítulo 5 de la UNE 211 027. Además cumplirá con las características indicadas en el capítulo 6 y con lo que a continuación se indica:

- Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable, tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando cavidades de aire, no admitiéndose la silicona en la protección exterior.
- El manguito metálico de empalme, que se incluirá en el suministro, será de tecnología por apriete mecánico según UNE 211 024, no admitiéndose piezas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar.
- El empalme estará contenido en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

Empalme ECOSPEED



DESCRIPCIÓN

EMPALME UNIVERSAL CONTRÁCTIL EN FRÍO, (hasta 18/30 kV)

Nuevo empalme Gama ECOSPEED 24 kV y 36kV.

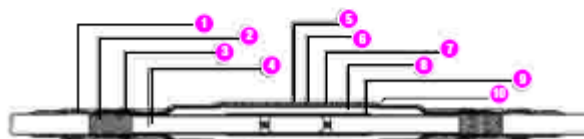
Ref. Norma: HD 628; HD 629.

Correspondencia con las normas: IEC 60502-4; IEC 60055

Nivel de tensión hasta 18/30 KV

COMPONENTES

- 1- CAPA DIELECTRICA:**
De alta constante dieléctrica.
- 2- SEMICONDUCTORA DEL CABLE:**
Envuelve y protege de descargas eléctricas.
- 3- CINTA DE SELLADO**
- 4- AISLAMIENTO DEL CABLE:**
Aislamiento del cable.
- 5- ENVOLVENTE:**
Protección externa del empalme.
- 6- PANTALLA:**
Malla de cobre que da continuidad a la pantalla del cable.
- 7- CAPA SEMICONDUCTORA:**
Continuidad semiconductoras externa cables.
- 8- CAPA AISLANTE:**
Aislante.



ABRAZADERAS PÁSTICAS DE PRYSMIAN

ABRAZADERAS PLÁSTICAS

DESCRIPCIÓN

ABRAZADERAS PLÁSTICAS PARA CUALQUIER TIPO DE CABLE Y TENSIÓN



Libre
de halógenos



Resistencia al frío



Resistencia a los
rayos ultravioleta



Resistencia a los
agentes químicos



TIPOS:

Abrazadera cable ST

Aplicación en cables tanto unipolares como tetrapolares. Está compuesta por dos partes amovibles, donde la parte inferior se fija sobre la estructura y la parte superior ejerce la presión sobre los cables.

Abrazadera cables TR

Sujeción de tres cables en tresbolillo. Está compuesta por dos partes amovibles, donde la parte inferior se fija sobre la estructura y la parte superior ejerce la presión sobre los cables.

Abrazadera en bloque UN

Sujeción de tres o cuatro cables en posición horizontal separadamente y sin cruzamientos.

De acuerdo con:

- ISO 9002
- Norma NEN-EN 60204 - 1
- Resistencia a los rayos UV
- Instalación tanto en interior como en exterior
- Amplio rango de aplicación: 18 - 130 mm
- Libre de halógenos
- Resistente a productos químicos y a cambios de temperatura
- Resistente al fuego: VDE 0304, parte 3, clase IIA
- Temperatura de servicio: -40 °C a +135 °C

APLICACIÓN

Valido para todo tipo de cables y tensiones. Para cables de AT se recomienda la utilización de una almohadilla libre de halógenos.

1.9.1.2.3 Protecciones Eléctricas de Principio y Fin de Línea

Protección contra sobreintensidades

Las líneas de MT deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando estas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocaran **cortacircuitos fusibles**, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de este.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar danos a personas o cosas. Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a esta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible. El proyectista analizara la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las

magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en cuyo caso se utilizara de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuitos por medio de **cortacircuitos fusibles** se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Protecciones contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

Luego la protección contra sobreintensidades y cortocircuitos la proporcionan los cortacircuitos fusibles.

Para proteger la acometida general subterránea de MT que va desde el entronque A/S hasta el centro de reparto contra las intensidades y cortocircuitos colocaremos en el entronque unos cortacircuitos fusibles de expulsión CUT-OUT XS. **Ver Planos 51-52.** Los detalles de dichos fusibles se ven en la siguiente imagen:

CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE EXPULSIÓN CUT OUT XS (HOMOLOGADOS POR IBERDROLA)

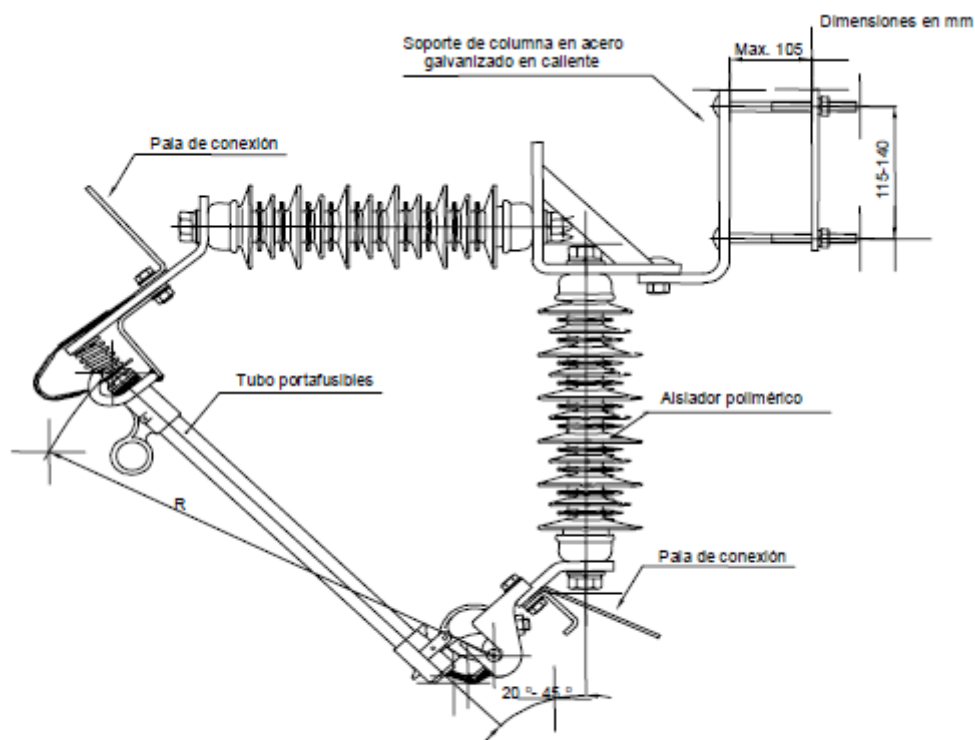
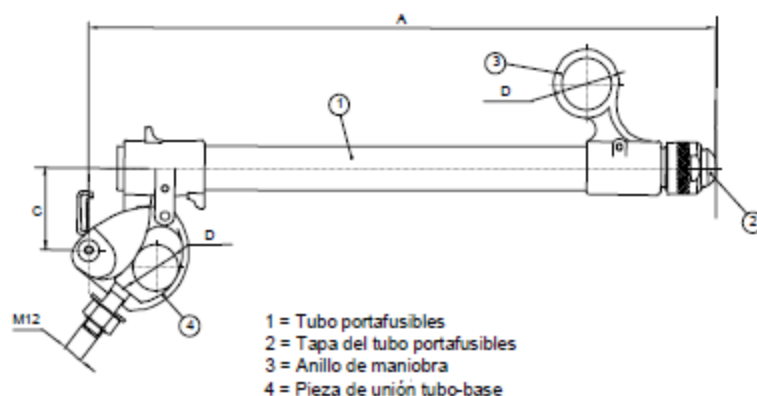


Fig. 1: Cortacircuito fusible seccionador (CFE).

ESLABÓN FUSIBLE



Tensión asignada kV	A mm	D (mínimo) mm	C mm
24	380±2	23	43±6
36	468±2	23	43±6

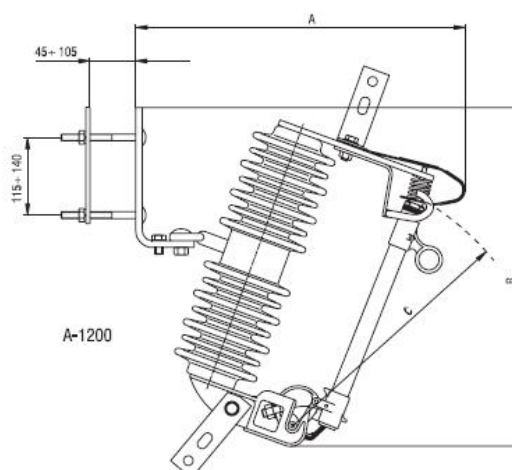
Las características eléctricas de los fusibles de expulsión CUT OUT XS homologados por Iberdrola se ven en la siguiente tabla:

Tabla 1

Tipos normalizados: características esenciales y código

Designación Iberdrola	Tensión asignada kV	Intensidad asignada A	Para nivel de contaminación (*)	Código
BP-CFE 24	24	200	III y IV	75 07 100
BP-CFE 36	36			75 06 100
P-CFE 24	24	100		75 07 164
P-CFE 36	36			75 06 164
CS-CFE 24	24	200		75 07 191
CS-CFE 36	36			75 06 191
CFE 24	24	200	III y IV	75 07 130
CFE 36	36			75 06 130
FE-12	24 y 36	12		75 06 112
FE-20		20		75 06 114
FE-25		25		75 06 115

También podemos utilizar fusibles CUT OUT XS del fabricante INAEL que serían equivalentes a los antes citados (los que utiliza IBERDROLA). Los fusibles de fabricante INAEL se ven en la siguiente figura:



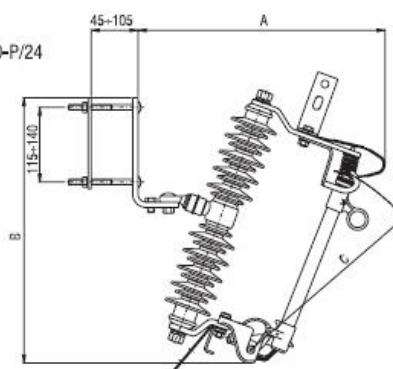
A-1200

Dimensiones
Dimensions
Dimensions

Tipo Type Type	Código Code Code	Ur kV	Línea de fuga Creepage distance Ligne de fuite mm.	Dimensiones + Dimensions + Dimensions mm.			Peso Weight Poids kg
				A	B	C	
A-1000	3A151000	15	300	420	450	275	9,4
A-1200	3A241000	24	480	507	495	380	13,8
A-1200/36	3A301000	36	744	600	570	468	14,8
A-1200/36/GL	3A3610GL	36	860	600	570	468	15,1



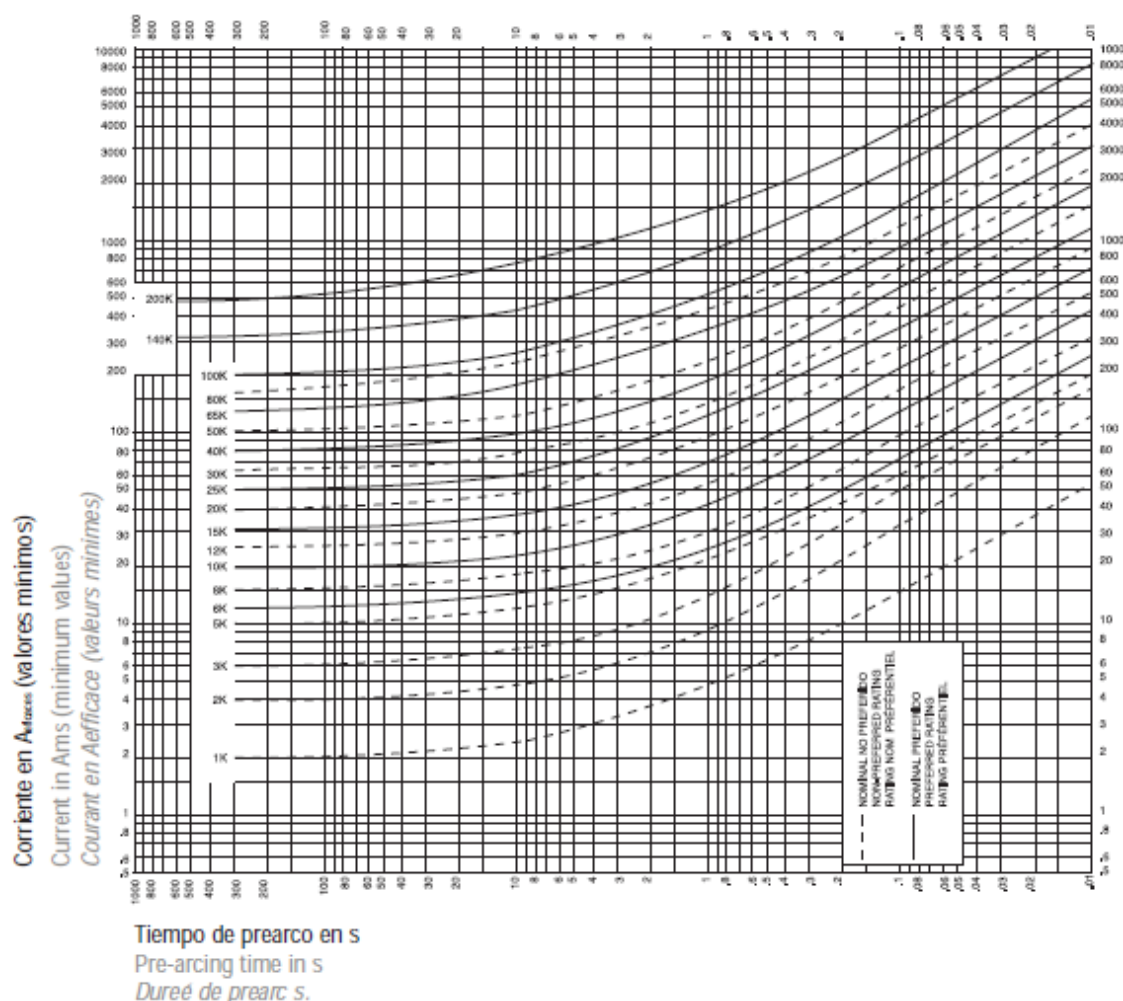
A-1200-P/24



Los parámetros eléctricos de dichos fusibles serían los siguientes:

Tipo Type Type	Código Code Code	Ur kV	Intensidad nominal Rated current + Courant assigné			Poder de corte Breaking power Pouvoir de coupure		Tensiones soportadas Withstand voltages + Tensions de tenue			
			Base A	Portafusible Fuse holder Portefusible A	Cuchilla seccionadora Disconnecting blade Sectionneur A	kA eficaces - kA rms Symétrico Symétrical A	kA rms Asimétrico Asymmetrical A	50 Hz 1 min kV eficaces - kV rms A masa to earth A la terre	Seccionamiento Isulating distance Sectionnement	kV cresta - kV peak A masa to earth A la terre	Impulso 1,2/50 µs kV cresta kV peak Seccionamiento Isulating distance Sectionnement
A-1000	3A151000	15	200	100	200	8	12	35	45	95	115
A-1200	3A241000	24	200	100	200	8	12	50	60	125	145
A-1200-V/24	3AV241000		200	100	200	8	12	50	60	125	145
A-1200-P/24	3AP241000		200	100	200	8	12	50	60	125	145
A-1200-VP/24	3AVP2400	36	200	100	200	8	12	70	80	170	195
A-1200/36	3A361000		200	100	200	8	12	70	80	170	195
A-1200/36/GL	3A3610GL		200	100	200	8	12	70	80	170	195
A-1200-V/36	3AV361000		200	100	200	8	12	70	80	170	195
A-1200-VP/36	3AVP3600	36	200	100	200	8	12	70	80	170	195

Las curvas de fusión de dichos fusibles serían las siguientes:



Como veremos más adelante en el apartado de “cálculos justificativos” podremos usar otros modelos de fusibles en caso de que Iberdrola no nos deje utilizar los fusibles mostrados anteriormente ya que su poder de corte es solamente de 8 KA eficaces y su corriente máxima de choque que pueden aguantar son 20 KA. En caso de necesitar más poder de corte y necesidad de soportar una corriente de choque mayor podremos utilizar unos fusibles CUT OUT XS modelo SMD-20 y SMD-40 de un fabricante Americano S&C ELECTRIC COMPANY. Los parámetros de dichos fusibles son las siguientes:

Unidades fusibles: distribución en exteriores



S&C ELECTRIC COMPANY
Excelencia a través de la innovación



Fusibles de potencia SMD®

Los fusibles de potencia SMD son especialmente adecuados para proteger transformadores, bancos de condensadores y cables en subestaciones de distribución en exteriores hasta 34,5 kV. Incorporan elementos de fusibles de plata o níquel-cromo de precisión no deteriorables con características de tiempo-corriente excepcionalmente precisas que aseguran no sólo un rendimiento fiable, sino también una continua confiabilidad de los planes de coordinación de sistemas.

Con los fusibles de potencia SMD, los dispositivos del lado de la fuente se pueden configurar para una operación más rápida que la práctica con otros fusibles de potencia o disyuntores, brindando así una mejor protección del sistema sin comprometer la coordinación.

CARACTERÍSTICAS

CAPACIDADES

INTERRUPCIÓN DE FALLA

ESTILOS

MANEJO DE FUSIBLES

APOYO AL PRODUCTO

Capacidades

Tipo de fusible	KV			Amperios, RM S, alométricos		
	Nominal	Máximo	Nivel básico de aislación (NBAI)	Máximo	Interrupción	
					60 Hz	50 Hz
SMD-20	14.4	17.0	110	200E @ 200K	14 000	11 200
	14.4	17.0	125	200E @ 200K	14 000	11 200
	14.4	17.0	150	200E @ 200K	14 000	11 200
	25	27	150	200E @ 200K	12 500	10 000
	34.5	38	200	200E @ 200K	10 000	8 000
SMD-40	4.8	5.5	95	400E	25 000	20 000
	14.4	17.0	110	400E	25 000	20 000
	25	29	150	400E	20 000	16 000

La **L.A.M.T** que llega al entronque A/S desde el apoyo fin de línea (apoyo punto de entronque) de Iberdrola estará protegida por las debidas protecciones de la subestación desde donde parte dicha línea. Dichas protecciones serán interruptores automáticos de corte en vacío o en gas SF6 con dispositivos de soplado de arco.

Para proteger el anillo de MT y la acometida hasta el abonado de MT se colocarán en las celdas de Línea CGMCOSMOS-L (CML) del centro de transformación y reparto CTR-10 desde donde parten dichas líneas unos fusibles limitadores de corriente y de alto poder de ruptura.

Esto se justifica con lo que dice la norma particular de Iberdrola en su norma MT 2.03.20 en el apartado 4.3.2 Instalaciones en Anillo:

“Para potencias de clientes ≤ 630 kVA, la celda de alimentación al cliente, estará equipada con interruptor-seccionador combinado con fusibles limitadores y seccionador de puesta a tierra.

Para potencias superiores a 630 kVA la celda de alimentación al cliente estará equipada con seccionador de puesta a tierra e interruptor-seccionador y el centro de seccionamiento estará automatizado”.

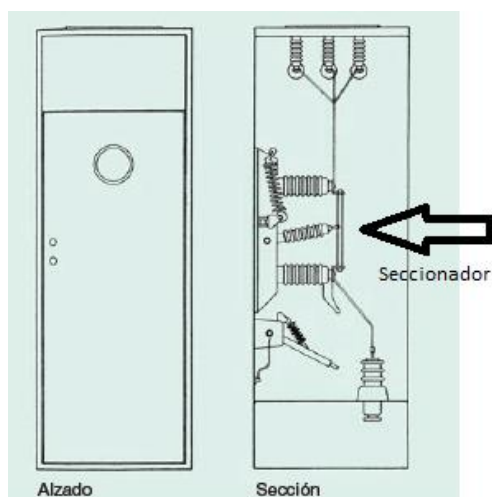
Como el transformador particular del cliente (abonado en MT-centro comercial) al que tenemos que dar servicio tiene una potencia de 630 KVA, luego tenemos que proteger la acometida con fusibles que instalaremos en la celda de salida del abonado. Se propone utilizar la celda de línea que alimenta al abonado en MT (CML) y sustituir el seccionador por un fusible limitador con alto poder de ruptura.

De la misma forma se propone utilizar el mismo sistema de protección del anillo de MT, es decir, en las celdas de línea (CML) que alimentan el anillo de MT por ambos lados se propone sustituir el seccionador por un fusible limitador de corriente con alto poder de ruptura. En este caso al producirse un cortocircuito en el anillo saltarían las protecciones del anillo y el abonado se quedaría con servicio ya que en caso contrario de no instalar dichas protecciones para el anillo podría ocurrir un cortocircuito en el mismo y entonces saltaría la protección más cercana aguas arriba que serían los fusibles XS y entonces todo el centro de transformación y reparto se quedaría sin alimentación con lo que el abonado también se quedaría sin alimentación.

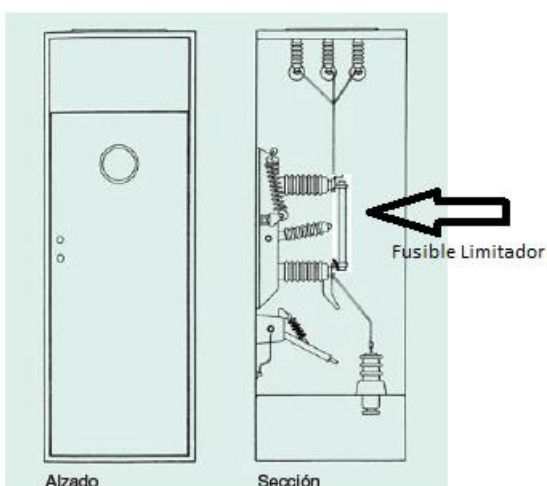
De esta manera, al instalar fusibles limitadores para la acometida del abonado y para salidas de ambas ramas del anillo, ambos circuitos estarían independientes y si se produjera un cortocircuito en uno de ellos saltaría la protección su protección correspondiente y el otro circuito se quedaría con servicio.

El detalle de sustitución del seccionador por fusible se aprecia en las siguientes figuras:

CELDA DE LÍNEA (CML) CON SECCIONADOR



CELDA DE LÍNEA (CML) CON FUSIBLE

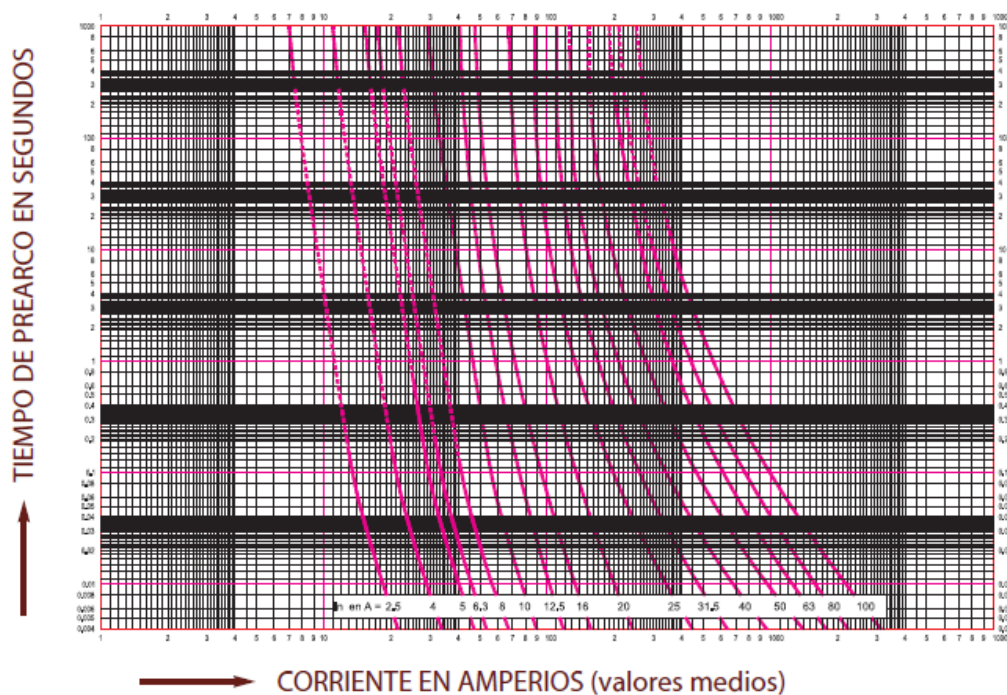


Los fusibles limitadores que podríamos utilizar en las celdas de línea (CML) para proteger las líneas de MT (acometida hasta Abonado y el anillo de MT) serían las de un fabricante nacional "INAEL" y sus características serían las siguientes:



FUSIBLES TIPO IB-D1, IB-D2 E IBD-3						
Tipos	Tensión asignada kV	Corriente asignada A	Dimensiones mm.			Peso aprox. Kg
			H	L	ØD	
IB-D2	3-3.6	2.5-100	192		73	1.2
IB-D1	6-7.2	2.5-63			53	1.1
IB-D2		80-100			73	1.8
IB-D1	10-12	2.5-40	292		53	1.6
IB-D2		25-80			73	2.6
IB-D3		80-100			86	3.2
IB-D1	(15-17.5)	2.5-40			53	1.6
IB-D2		25-63			73	2.6
IB-D3		80-100			86	3.2
IB-D1	(15-17.5)	2.5-40	365		53	1.9
IB-D2		25-63			73	3.5
IB-D3		80-100			86	3.8
IB-D1	13-24	2.5-40	442		53	2.3
IB-D2		25-63			73	3.9
IB-D3		80-100			86	4.4
IB-D3	25-36	2.5-40			86	4.4
IB-D1	25-36	2.5-25	537		53	2.7
IB-D2		20-40			73	4.6
IB-D3		50-80			86	5.6

Las curvas de fusión de estos fusibles se ven en la siguiente gráfica:



Protección contra Sobretensiones

Los cables de MT deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen. Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observara el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 Y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 Y UNE-EN 60099-5.

Los pararrayos de óxidos metálicos que vamos a instalar en el entronque aéreo-subterráneo **(Ver PLANOS 51-52)** y así proteger toda nuestra red de MT aguas debajo del entronque serán las que utiliza Iberdrola y las que están homologados por la norma particular **NI 75.30.02**.

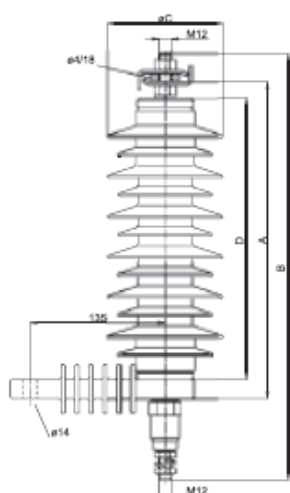
Los pararrayos que vamos a utilizar son las siguientes:

Pararrayos INZP
Arresters INZP
Parafoudre INZP



Las características geométricas de dichos pararrayos autovalvulares serían las siguientes:

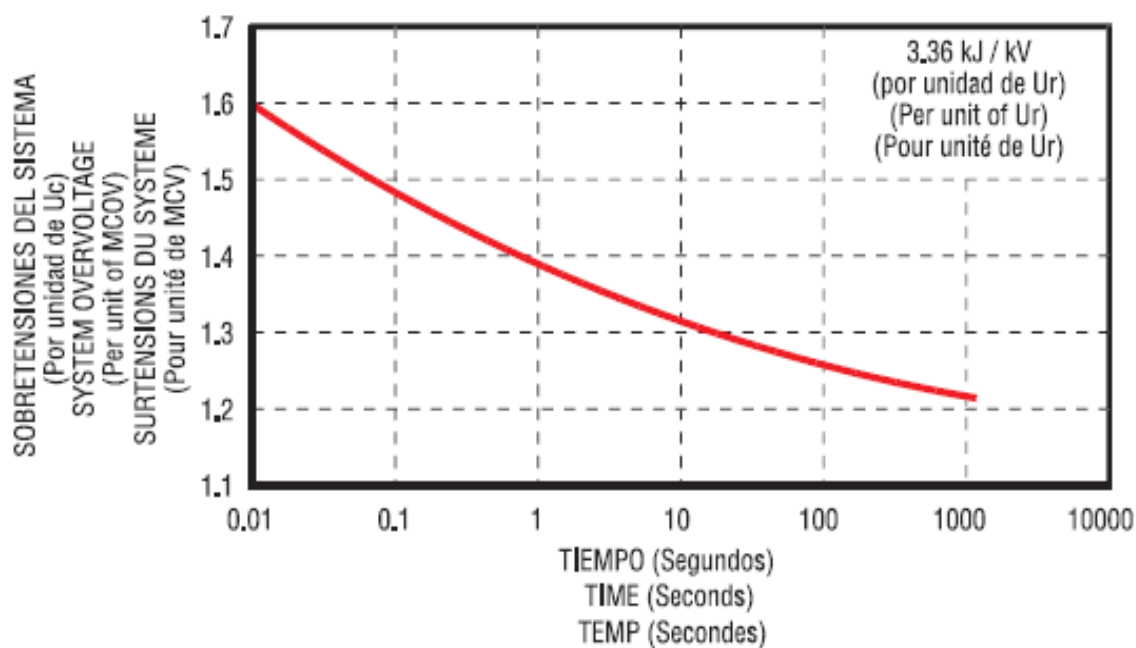
Dimensiones de pararrayos INZP
Dimensions for arresters INZP
Dimensions des parafoudres INZP



Tipo Type	Ur, kV	Dimensiones Dimensions mm				Línea de fuga Creepage distance Ligne de fuite mm	Peso Weight Pods kg	Envolvente Housing Envelope
		A	B	C	D			
INZP 0310	3	219	326	106	186	462	2	P
INZP 0610	6						2,1	
INZP 0910	9						2,2	
INZP 1010	10						2,3	
INZP 1210	12	256	363	106	219	603	2,4	M
INZP 1510	15						3	
INZP 1810	18	317	424	115	280	795	3,2	N
INZP 2110	21						3,6	
INZP 2410	24						3,7	
INZP 2710	27	361	468	115	324	980	4,6	Z
INZP 3010	30						4,7	
INZP 3310	33	463	570	106	426	1135	4,9	X
INZP 3610	36						5	
INZP 3910	39						5,1	
INZP 4210	42						5,2	

Las características eléctricas (capacidad de soportar sobretensiones temporales) se ven en la siguiente gráfica:

Capacidad de soportar sobretensiones de los pararrayos INZ e INZP
Type INZ and INZP arresters temporary overvoltage capability (TOV)
Capacité de surtensions des parafoudres INZ et INZP



Tipo Type Type	Ur kV (RMS)	Uc kV (RMS)	Ures max. al frente de la onda Max. equivalent (F.O.W.) Max. équivalent KV (crest) ⁽¹⁾	Tensión residual (Ures) máxima con onda de corriente 8/20 µs Maximum discharge voltage using an 8/20 µs current impulse Tension résiduelle (Ures) maximale avec onde de courant 8/20 µs					
				1.5 kA	3 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA
INZP_ _10 E INZ_ _10	3	2.55	10.6	8.3	8.7	9.2	9.9	11.1	13.1
	6	5.10	21.2	16.6	17.4	18.4	19.8	22.2	26.2
	9	7.65	31.8	24.9	26.1	27.6	29.7	33.3	39.3
	10	8.50	35.3	27.7	29.0	30.7	33.0	37.0	43.7
	12	10.20	42.4	33.2	34.8	36.8	39.6	44.4	51.7
	15	12.70	53.0	41.5	43.5	46.0	49.5	55.5	65.5
	18	15.30	63.6	49.8	52.2	55.2	59.4	66.6	78.6
	21	17.00	74.2	58.1	60.9	64.4	69.3	77.7	91.7
	24	19.50	84.8	66.4	69.6	73.6	79.2	88.8	104.8
	27	22.00	95.4	74.7	78.3	82.8	89.1	99.9	117.9
	30	24.40	105.9	83.1	87.0	92.1	99.0	111.0	131.1
	33	27.00	116.4	91.4	95.7	101.3	108.9	122.1	144.2
	36	29.00	127.0	99.7	104.4	110.4	118.8	133.2	157.3
	39	31.40	137.5	107.9	113.1	119.6	128.7	144.3	170.3
	42	34.00	148.1	116.2	121.8	128.8	138.6	155.4	183.4

Pararrayos recomendados para diversos sistemas de distribución
Ratings for various system voltages
Parafoudres recommandés pour divers systèmes de distribution

Tensión fase-fase del circuito kV		Tensión asignada y tensión de funcionamiento continuo			
		Circuitos con neutros rigidamente a tierra		Circuitos con neutro aislado o a tierra a través de una Impedancia	
System phase to phase kV		Rated voltage & continuous operating voltage		Isolated or resonant Earthed Neutral System	
Tensión phase phase kV		Tension assignée et tension de regime permanent		Neutre isolé ou unis à la terre per une bobine de compensation	
Nominal	Maximum	Ur	Uc	Ur	Uc
4.2	4.6	6	5.1	6	5.1
6.0	7.2	6	5.1	9	7.65
6.9	7.6	9	7.65	9	7.65
8.3	9.2	9	7.65	12	10.2
10.0	11.0	10	8.5	12	10.2
11.0	12.1	12	10.2	15	12.7
12.0	13.2	12	10.2	15	12.7
13.2	14.5	15	12.7	18	15.3
13.8	15.2	15	12.7	18	15.3
15.0	16.5	15	12.7	18	15.3
17.5	19.3	18	15.3	21	17.0
20.0	22.0	21	17.0	24	19.5
22.0	24.2	24	19.5	27	22.0
25.0	27.5	27	22.0	30	24.4
30.0	33.0	30	24.4	36	29.0
33.0	36.3	33	27.0	36	29.0
34.5	38	36	29.0	42	34

1.9.1.3 Zanjas y Sistemas de Enterramiento

Lo indicado en este apartado es válido para instalaciones cuya tensión nominal de la red no sea superior a 30 kV. Para tensiones mayores, el proyectista determinará y justificará en cada caso las condiciones de instalación y distancias. Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitara los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberá tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que pueden soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección. En la

etapa de proyecto deberá contactarse con las empresas de servicio público y con las posibles propietarias de servicios para conocer la posición de sus instalaciones de saneamiento, gas, red de agua y alcantarillado en la zona afectada. Una vez conocidas, antes de proceder a la apertura de las zanjas, la empresa instaladora abrirá calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Los cables podrán instalarse en las formas que se indican a continuación.

Directamente enterrados (bajo acera peatonal)

La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 1,0 m en acera o tierra.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, estas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. En general, la anchura mínima de una zanja para el tendido de cables de MT directamente enterrados será de 40 cm. La profundidad total de la zanja no será inferior a 1,2 metros.

Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena del río o material de características equivalentes de espesor mínimo 10 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena del río o material con características equivalentes. El espesor total de arena para el asiento de cables no será inferior a 25-30 cm. Posteriormente la zanja se rellenará con zahorras compactadas o con tierras de la propia excavación. Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización colocada a unos 10 cm de profundidad que advierta la existencia del cable eléctrico de AT. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización. **Ver Plano 44.**

En canalización entubada (cruzamientos bajo calzada)

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 1,0 metros en calzada o tierra. La anchura mínima de la zanja será de 45 cm. La profundidad de la zanja será como mínimo de 1,25 metros.

Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a una vez y media del diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito (terna de cables del mismo circuito) en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalara más de un circuito por tubo.

Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Antes del tendido se eliminara de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón. Se evitara, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalaran arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro cada 40 metros en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos. En los cruces de carretera los tubos a la entrada y a la salida de cables deberán estar debidamente sellados con espuma de poliuretano. La canalización deberá tener una cinta de señalización colocada a 10 cm de profundidad de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

En el fondo de la zanja se colocará hormigón de planta H125 de espesor de 10 cm encima del cual se colocarán los tubos. Dichos tubos quedarán recubiertos con una capa de hormigón H125 de 10-15 cm de espesor. El espesor total de hormigón para el asiento de cables no será inferior a 40 cm. Posteriormente la zanja se rellenará con zahorras compactadas o tierras de la propia excavación. **Ver Plano 44.**

1.9.1.3.1 Sistemas de Señalización y Seguridad

- Disposición de canalización directamente enterrada:

Como hemos dicho antes a una profundidad de 10 cm se colocará una cinta de señalización que advierta de la presencia de cables para las futuras aperturas de zanjas de los terceros. La cinta de señalización tendrá el siguiente aspecto:



Además tal y como dijimos en el apartado anterior a una distancia de unos 10 cm de la parte superior de los cables se colocarán por encima de los mismos una placa de protección mecánica de plástico (placa cubrecables) que debería aguantar un impacto de 20 J. Dicha placa tendrá el siguiente aspecto:

Placa Plen

Placa sin Halógenos para la protección de cables enterrados en zanjas



Características Técnicas

- Fabricadas conforme a la recomendación UNESA RU0206B.
- Color amarillo S0580-Y10R según norma UNE-48103.
- Placa exenta de Halógenos según norma UNE-EN 50267-2-2 (Emisión de gases ácidos).
- Exenta de metales pesados: Plomo.
- Homologadas por diversas compañías eléctricas (consultar).
- Aplicaciones: Protección y señalización de cables eléctricos enterrados.

Características de Etiquetado

Cada placa va marcada al menos con:

- Marca, tipo, señal de advertencia de Riesgo Eléctrico, rótulos: "ATENCIÓN: CABLES ELÉCTRICOS" y "LIBRE DE HALÓGENOS", norma aplicable, abreviatura del material constitutivo y fecha de fabricación.

Ver Planos 30-44

- Disposición de canalización enterrada bajo tubos en cruces:

Como los cables irán instalados bajo tubos y hormigonados con un asiento de hormigón de 40 cm de espesor no será necesario instalar placas de protección de plástico para la protección mecánica de los cables. Los tubos de PVC de 160 mm de diámetro tendrán las siguientes características:

TUBO RECTO CORRUGADO

Como tubo para la canalización se emplearán tubos PVC 160 Ø corrugado de doble pared con interior liso de las siguientes características:

CARACTERÍSTICA	UNIDADES
Diámetro nominal	160 mm
D. nominal ext.	160 + 2,9-0 mm
IP	54
R. compresión	>450 N
R. impacto	N (Uso normal)
Norma fabricación	UNE-EN 50086-2-4

Los tubos irán hormigonados en todo su recorrido con hormigón de planta de H=125.

AISCAN-DP NORMAL (DBN)

AISCAN DP Normal-Barras Tubo de pared múltiple (interior lisa y exterior corrugada) para canalizaciones enterradas



Características Técnicas

Según norma UNE-EN 61386-24

- Tipo: L (ligero).
- Propagador de la llama: Si
- Resistencia a la compresión: >450 N.
- Resistencia al impacto: Normal.
- Influencias externas: IP54
- Color naranja.
- En cada barra se suministra un manguito incorporado.



Además a una profundidad de 10 cm se colocará una cinta de señalización de cables igual que hemos puesto en el apartado anterior de cables directamente enterrados.



Ver Planos 30-44.

1.9.1.4 Puesta a Tierra

Las pantallas y las cubiertas metálicas de los cables se conectarán a tierra en ambos extremos de la línea tanto en terminaciones exteriores (botellas terminales) situados en el entronque aéreo subterráneo como en las terminaciones interiores situados en las celdas de entrada y salida de línea en los transformadores. Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC-LAT 07, salvo que en este extremo la pantalla este protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible.

Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

Como resumen podemos decir lo siguiente:

- Puesta a tierra de las cubiertas metálicas:

Se conectarán a tierra las cubiertas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos (terminales exteriores e interiores) y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

- Pantallas:

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos (terminales exteriores e interiores). Se pondrá a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizar cada uno de los empalmes y terminaciones. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas.

- Apoyos Metálicos de Celosía y Entronque A/S:

Tanto los apoyos metálicos de celosía de la L.A.M.T como el entronque aéreo subterráneo estarán puestos a tierra mediante una grapa de conexión a tierra a una red de tierras de protección o electrodo de protección. **Ver Plano 51.**

1.9.2 Red de Baja Tensión

1.9.2.1 Trazado

El presente proyecto consta de la realización de veintiocho anillos en baja tensión. Cada anillo alimentará a los distintos abonados en baja tensión. El límite de responsabilidad de compañía y el abonado lo fijan las cajas generales de protección que protegerán con fusibles las acometidas hacia los abonados. A su vez las cajas generales de protección (CGPs) que utilizaremos en el presente proyecto se dividen en tres tipos:

CGP=Caja General de Protección (Viviendas Colectivas). Las CGPs con asterisco (*) y a continuación con un número romano quiere decir que aparte de alimentar un portal de viviendas colectivas alimentará también un garaje y el número romano indica el nº de garaje que alimenta dentro del bloque de edificio al que pertenece dicha CGP.

CGPM= Caja general de Protección y Medida (Viviendas Unifamiliares, Jardines, Equipamiento Social y Equipamiento Juvenil). Para viviendas unifamiliares se instalará una CGPM para dos viviendas. Cada vivienda unifamiliar tendrá su contador monofásico independiente que se alojará en la CGPM. Para Jardines, Equipamiento Social (ES) y Equipamiento Juvenil (EJ) se instalará una CGPM con contador trifásico. **(ARMARIO DE MEDIDA Y SECCIONAMIENTO-AMS)**

CMAP= Centro de Mando de Alumbrado Público (AL1, AL2, AL3). Se prevé la instalación de tres centros de mando para alumbrado público que se designarán entre paréntesis como AL1, AL2 y AL3.

Las CGPs que tenemos ubicadas en el presente polígono residencial empiezan su numeración genérica por 1 y terminan con 241 independientemente que sea una CGP, una CGPM o un CMA. Los CGPs que alimenta cada transformador con su respectivo anillo de BT son las siguientes:

CENTRO DE TRANSFORMACION 1 (CT1-miniBLOK)-PLANO 14

Anillo 1

CGPM 1, CGPM 2, CGPM 3, CGPM 4, CGPM 5, CGPM 6, CGPM 7, CGPM 8, CGPM 9, CGPM 10, CGPM 11 y CGPM 12

Anillo 2

CGPM 13 (J6), CMA 14 (AL1), CGPM 15, CGPM 16, CGPM 17, CGPM 18, CGPM 19, CGPM 20 y CGPM 21 (EJ)

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2 (CT2-miniBLOK)-PLANO 15

Anillo 1

CGPM 22, CGPM 23, CGPM 24, CGPM 25, CGPM 26, CGPM 27, CGPM 28, CGPM 29, CGPM 30, CGPM 31, CGPM 32, CGPM 33, CGPM 34, CGPM 35, CGPM 36 y CGPM 37.

Anillo 2

CGPM 38, CGPM 39, CGPM 40, CGPM 41, CGPM 42, CGPM 43, CGPM 44, CGPM 45, CGPM 46, CGPM 47, CGPM 48 Y CGPM 49.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3 (CT3-miniBLOK)-PLANO 16

Anillo 1

CGP 50*(III), CGP 52, CGP 54, CGP 56 y CGP 58

Anillo 2

CGP 51, CGP 53*(I), CGP 55, CGP 57 y CGP 59

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4 (CT4-miniBLOK)-PLANO 17

Anillo 1

CGP 60*(III), CGP 62, CGP 64, CGP 66 y CGP 68

Anillo 2

CGP 61, CGP 63*(I), CGP 65, CGP 67 y CGP 69

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5 (CT5-miniBLOK)-PLANO 18

Anillo 1

CGPM 70 (J1), CGP 71*(IV), CGP 72, CGP 73 y CGP 74*(II)

Anillo 2

CGPM 75, CGPM 76, CGPM 77, CGPM 78, CGPM 79, CGPM 80, CGPM 81, CGPM 82, CGPM 83, CGPM 84 y CGPM 85.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 6 (CT6-miniBLOK)-PLANO 19

Anillo 1

CGP 86*(IV), CGP 87, CGP 88, CGP 89*(II) y CGP 90

Anillo 2

CGP 91*(III), CGP 92, CGP 93, CGP 94 y CGP 95

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 7 (CT7-miniBLOK)-PLANO 20

Anillo 1

CMAF 96 (AL2), CGPM 97 (J2), CGP 98*(I), CGP 99, CGP 100 y CGP 101

Anillo 2

CGP 102*(II), CGP 103, CGP 104, CGP 105 y CGP 106

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8 (CT8-miniBLOK)-PLANO 21

Anillo 1

CGPM 107, CGPM 108, CGPM 109, CGPM 110, CGPM 111, CGPM 112, CGP 124, CGP 123, CGPM 122, CGPM 113, CGPM 114, CGPM 115, CGPM 116 y CGPM 117.

Anillo 2

CGPM 118, CGPM 119, CGPM 120, CGPM 121, CGPM 125, CGPM 126, CGPM 127, CGPM 128, CGPM 129, CGPM 130, CGPM 131, CGPM 180 (ES), CGPM 179 (J3), CGPM 132, CGPM 133 y CGPM 134

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 9 (CT9-miniBLOK)-PLANO 22

Anillo 1

CGP 135*(II), CGP 136, CGP 137 y CGP 138*(I)

Anillo 2

CGP 139*(IV), CGPM 140, CGPM 141, CGPM 142, CGPM 143, CGPM 144, CGPM 145, CGPM 146, CGPM 147 y CGPM 148

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y REPARTO CTR-10 (CTR10-PFU-5)-PLANO 23

Anillo 1

CGPM 170, CGPM 169, CGPM 168, CGPM 167, CGPM 166, CGPM 165, CGPM 178, CGPM 177, CGPM 176, CGPM 175, CGPM 174, CGPM 173, CGPM 172 y CGPM 171

Anillo 2

CGPM 161, CGPM 162, CGPM 163, CGPM 164, CGPM 151, CGPM 155, CGPM 154, CGPM 149 (J4), CMAF 150 (AL3), CGPM 156, CGPM 157, CGPM 158, CGPM 159 y CGPM 160

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 11 (CT11-miniBLOK)-PLANO 24

Anillo 1

CGPM 191 (J5), CGP 181*(I), CGP 182, CGP 183, CGP 184 y CGP 185

Anillo 2

CGP 186*(II), CGPM 153, CGPM 152, CGP 189, CGP 188 y CGP 187

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 12 (CT12-miniBLOK)-PLANO 25

Anillo 1

CGP 190, CGP 192*(II), CGP 193, CGP 194 y CGP 195

Anillo 2

CGP 196*(I), CGP 197 y CGP 198

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 13 (CT13-miniBLOK)-PLANO 26

Anillo 1

CGP 206*(II), CGP 205, CGP 204 y CGP 203

Anillo 2

CGP 202, CGP 201, CGP 200 y CGP 199

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 14 (CT14-miniBLOK)-PLANO 27

Anillo 1

CGPM 207, CGPM 208, CGPM 209, CGPM 210, CGPM 211, CGPM 212, CGPM 213, CGPM 214, CGPM 215, CGPM 216, CGPM 217, CGPM 218, CGPM 219, CGPM 220, CGPM 221, CGPM 222, CGPM 223, CGPM 224 y CGPM 225

Anillo 2

CGPM 226, CGPM 227, CGPM 228, CGPM 229, CGPM 230, CGPM 231, CGPM 232, CGPM 233, CGPM 234, CGPM 235, CGPM 236, CGPM 237, CGPM 238, CGPM 239, CGPM 240 y CGPM 241

1.9.2.1.1 Longitud

A continuación se procederá a describir las longitudes por separado de cada uno de los anillos de BT y de sus correspondientes ramas de cada transformador. También se expondrá las secciones de conductor, los fusibles de protección de cada rama, la longitud de protección de dichos fusibles y la caída de tensión que se tendría en cada rama.

Lo indica anteriormente se expone en la siguiente tabla resumen:

CT	ANILLO	LONGITUD ANILLO	CONDUCTOR		FUSIBLE	LONGITUD DE PROTECCIÓN	LONGITUD RAMA	%ΔU
1	1	547 m	RAMA 1	3x(1x150 mm ²)+ 1x95 mm ²	160 A	280 m	213 m	1,953
			RAMA 2	3x(1x150 mm ²)+ 1x95 mm ²	160 A	280 m	267 m	2,698
	2	516 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	249 m	1,535
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	220 m	0,532

CT	ANILLO	LONGITUD ANILLO	CONDUCTOR		FUSIBLE	LONGITUD DE PROTECCIÓN	LONGITUD RAMA	%ΔU
2	1	695 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	310 m	2,274
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	310 m	2,274
	2	402 m	RAMA 1	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	192 m	1,906
			RAMA 2	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	161 m	1,345
3	1	301 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	87 m	0,648
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	149 m	1,531
	2	332 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	137 m	1,352
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	165 m	1,38
4	1	297 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	87 m	0,611
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	149 m	1,528
	2	325 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	134 m	1,323
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	162 m	1,352
5	1	122 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	47 m	0,401
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	61 m	0,618
	2	445 m	RAMA 1	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	156 m	1,429
			RAMA 2	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	243 m	2,472
6	1	162 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	60 m	0,632
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	89 m	1,035
	2	293 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	125 m	1,163
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	147 m	1,824
7	1	193 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	30 m	0,286
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	97 m	1,14
	2	372 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	171 m	1,748
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	181 m	2,419
8	1	430 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	160 A	429 m	153 m	0,756
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	224 m	1,785
	2	498 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	235 m	1,641
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	231 m	2,257
9	1	181 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	82 m	0,853
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	81 m	0,812
	2	390 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	144 m	1,047
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	160 A	429 m	207 m	1,38

CT	ANILLO	LONGITUD ANILLO	CONDUCTOR		FUSIBLE	LONGITUD DE PROTECCIÓN	LONGITUD RAMA	%ΔU
10	1	376 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	150 m	0,801
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	160 A	429 m	207 m	1,355
	2	753 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	160 A	429 m	391 m	2,435
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	300 m	2,744
11	1	162 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	81 m	0,555
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	250 A	247 m	68 m	0,711
	2	362 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	157 m	1,091
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	250 A	247 m	134 m	1,654
12	1	188 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	250 A	247 m	77 m	0,782
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	250 A	247 m	66 m	0,732
	2	250 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	82 m	0,879
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	127 m	1,212
13	1	133 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	250 A	247 m	48 m	0,415
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	67 m	0,532
	2	278 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	126 m	1,082
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	138 m	1,261
14	1	461 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	250 A	247 m	222 m	1,781
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	220 m	1,519
	2	476 m	RAMA 1	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	227 m	1,622
			RAMA 2	3x(1x240 mm ²)+1x150 mm ²	200 A	326 m	211 m	1,673

Posteriormente en el apartado de “Cálculos Justificativos” demostraremos los valores adoptados en la tabla anterior.

1.9.2.1.2 Inicio y Final de Cada Anillo

El inicio y final de cada anillo de BT tiene su lugar en su respectivo centro de transformación desde donde parte (Cuadro General de Baja Tensión), recorre las CGPs correspondientes citadas en el apartado anterior y vuelve otra vez al Cuadro General de Baja Tensión que se alimenta desde el secundario del transformador.

1.9.2.1.3 Términos Municipales Afectados

El trazado de los anillos de BT en el presente proyecto sólo afecta al término municipal correspondiente al Ayuntamiento de Cartagena.

1.9.2.1.4 Relación de Propietarios Afectados con Dirección y DNI

Todas la Red Subterránea de baja tensión proyectada discurre por vía pública, por lo que no existen propietarios afectados por el paso de la línea.

1.9.2.1.5 Relación de Cruzamientos y Paralelismos en Canalizaciones Eléctricas

- Las condiciones que se deberían cumplir en los cruzamientos y paralelismos de nuestra red de BT serán las siguientes:

Cruzamientos:

Se evitarán cruzamientos con L.S.B.T y L.S.M.T. de otros usos y alcantarillado. Los cruzamientos con las carreteras y calles de tránsito de vehículos se harán en ángulos rectos y siempre entubados. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizará entubado al igual que el de calzadas y se procurará que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los cables de BT se colocaran en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,70 m contando desde la parte superior del tubo. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

- Ferrocarriles: Los cables se colocaran en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasaran las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

- Otros cables de energía eléctrica: Siempre que sea posible, se procurara que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión. La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

- Cables de telecomunicación: La separación mínima entre los cables de energía eléctrica de BT y los de telecomunicación será de 0.20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía de BT como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión. Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

- Canalizaciones de agua y gas: Siempre que sea posible, los cables de BT se instalarán por encima de las canalizaciones de agua. La distancia mínima entre cables de BT de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitara el cruce por la vertical de las

juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

- Conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables de BT por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

- Depósitos de carburante: Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión y los extremos de los tubos rebasaran al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

Proximidad y Paralelismos:

Los cables subterráneos de baja tensión deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- Otros cables de energía eléctrica: Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión. En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

- Cables de telecomunicación: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica de BT y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

- Canalizaciones de agua: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico de BT. Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

- Canalizaciones de gas: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

- A continuación describiremos las canalizaciones eléctricas de BT posibles en nuestro proyecto:

Canalización directamente enterrada (cables directamente enterrados bajo acera peatonal)

Los cables de BT irán directamente enterrados bajo acera peatonal y por ello, para las canalizaciones deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera peatonal, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulo pronunciados. La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.
2. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo: 15 veces el diámetro exterior.
3. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
4. Los cables se alojarán en zanjas colocados a una profundidad mínima de 0,7 m desde la parte superior del cable y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m. La profundidad total de la zanja será como mínimo de 0,9 metros.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor mínimo de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm. Siendo el espesor total mínimo para los asientos de cables de 25-30 cm. (teniendo en cuenta el espesor de la terna de cables). Sobre esta capa se colocará una protección mecánica, que se tapará con 50-60 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Para la protección mecánica usaremos siempre placas cubrecables de plástico independientemente del número de cables que discurrirán por la zanja. También a una profundidad de 10 cm colocaremos una cinta de señalización de cables que nos indicará la presencia de los mismos para las futuras aperturas de zanjas (en caso de ser necesario).

Ver Planos 30-44.

Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

Canalización Entubada (cables enterrados bajo tubos en cruzamientos de carretera):

En estas canalizaciones el cable de BT irá entubado en todo o gran parte de su trazado. Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03. El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm. Siendo los tubos utilizados en todas las zanjas del presente proyecto de 160 mm de diámetro. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 45 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos y a la entrada y a la salida de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizará con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 25 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal. La separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 10-15 cm. La profunda de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 70 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo. Siendo la profundidad mínima de la zanja de 1,0 m.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 10 cm de espesor de hormigón H-125, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-125 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. El asiento de hormigón H125 para cables tendrá un espesor mínimo de 40 cm. También a una profundidad de 10 cm se colocará una cinta de señalización de cables que indicará la presencia de los mismos en caso de futuras aperturas de zanja (en caso de ser necesario). Y por último, se hace el relleno de la zanja con zahorras compactadas o tierras de la propia excavación. Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

Ver Planos de Zanjas 30-44.

Empalmes y conexiones:

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos de BT se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno. Para más información ver detalle de las zanjas: **Planos 30-44**

1.9.2.2 Materiales

1.9.2.2.1 Conductores y Aislamiento

Para red subterránea de BT se utilizarán únicamente cables **AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S)** de aislamiento de dieléctrico seco 0,6/1 KV de PRYSMIAN y de secciones 1x240 mm², 1x150 mm² y 1x95 mm²

Las características de dichos cables son las siguientes:

AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: 0,6/1 kV	Norma diseño: HD 603-5X-1	Designación genérica: AL XZ1 (S)
----------------------------------	----------------------------------	---

CARACTERÍSTICAS CABLE



RESISTENTE A LOS ACEITES, ÁCIDOS Y ALCALIS

- Norma constructiva: UNE-HD 603-5X-1 (aplica a las secciones que proceda), IEC-60502.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Aluminio.
Flexibilidad: Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según HD 603-1.

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo Flamex DMO1, según UNE HD 603-5.
Color: Negro.



APLICACIONES

- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
 - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

NOTA IMPORTANTE: Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se requiera Afumex (AS). Ver apartado M.

AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: 0,6/1 kV	Norma diseño: HD 603-5X-1	Designación genérica: AL XZ1 (S)
----------------------------------	----------------------------------	---

SECCIONES DISPONIBLES EN STOCK*

1 COND. (NE)					
1 x 16	1 x 25	1 x 35	1 x 50	1 x 70	1 x 95
1 x 120	1 x 150	1 x 185	1 x 240	1 x 300	

* Sujeto a modificaciones. (Consultar tarifa vigente).

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1,91	70	58	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1,2	88	74	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0,868	109	90	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0,641	133	107	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0,443	170	132	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0,32	207	157	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0,253	239	178	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0,206	277	201	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0,164	316	226	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0,125	372	261	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	0,22	0,26

Las características mecánicas de estos cables se ven en la siguiente tabla:

M) NUEVO CABLE DE ALUMINIO PARA BT AL VOLTALENE FLAMEX (S) CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL AL VOLTALENE N (AL RV)

El nuevo cable Al Voltalene Flamex (S), con designación genérica AL XZ1 (S), viene a mejorar las características mecánicas y de comportamiento frente al fuego del cable de aluminio de BT (Al Voltalene N), que ha dejado de fabricarse en favor del primero (AL XZ1 (S)).

MEJORAS SUSTANCIALES DE COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO

- Se mantiene la resistencia a la propagación de la llama según UNE EN 60332-1-2
- Se mejoran las características relativas a la emisión de humos:
 - Reducida emisión de humos opacos (supera el ensayo de opacidad de humos de UNE EN 61034-2)
 - Nula emisión de gases ácidos y corrosivos (UNE EN 50267)

OTRAS MEJORAS

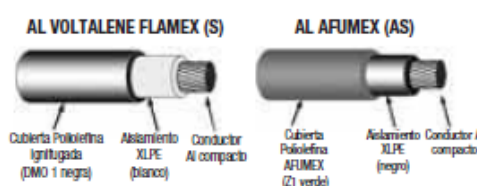
- Se mantiene el diseño unipolar para facilitar el tendido y la confección de accesorios
- Se mejora la resistencia del cable a los agentes externos
 - Resistencia al desgarro y la abrasión con un material de cubierta de mejores características
 - Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento
- Se mejora la facilidad de instalación, gracias a la reducción del espesor de la cubierta
- Se reduce el impacto medioambiental eliminando estabilizantes con plomo y plastificantes

Con la aparición del nuevo Al Voltalene Flamex (S) desaparecerá el cable Al Voltalene N pero no el Al Afumex (AS) que en cuanto a su comportamiento frente al fuego supera además el ensayo de no propagación del incendio que no cumple el Al Voltalene Flamex (S) y por ello este último no puede ser utilizado en locales de pública concurrencia, derivaciones individuales o líneas generales de alimentación.

Las intensidades admisibles son iguales para los 3 diseños. Se trata de cables termoestables con aislamiento de XLPE (polietileno reticulado).

La siguiente tabla comparativa aclara las propiedades de cada diseño. Son notables las mejoras del Al Voltalene Flamex (S) frente al Al Voltalene N.

Propiedades	Utilidades	AL VOLTALENE N AL RV	AL VOLTALENE FLAMEX (S) AL XZ1 (S)	AL AFUMEX (AS) AL RZ1 (AS)
Resistencia a la tracción Alargamiento mínimo en la rotura	N/mm ² %	12,5 150	12,5 300	10 125
Resistencia al desgarro UNE-HD 605,1	N/mm	—	9	—
Resistencia a la absorción Masa aplicada Nº de desplazamientos	Kg Nº	—	18 8	—
No propagación de la llama UNE-EN 60332-1-2	—	Si	Si	Si
No propagación del incendio UNE-EN 50266-2-4	—	No	No	Si
Libre de halógenos y gases ácidos UNE-EN 50267 (HCI < 0,5%)	—	No	Si	Si
Opacidad de humos UNE-EN 61034-2 (T > 60%)	—	No	Si	Si



NOTA IMPORTANTE:

El Al RV ha sido sustituido por el Al XZ1 (S) (Al Voltalene Flamex (S)), un cable de propiedades mecánicas y frente al fuego mejoradas pero **con las mismas aplicaciones. Es libre de halógenos pero no es Afumex**, no es de alta seguridad (AS) por no superar el ensayo de no propagación del incendio.

El cable Al XZ1 (S), por tanto, **NO es válido para su instalación en locales de pública concurrencia, derivaciones individuales, líneas generales de alimentación o emplazamientos donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego**, recordemos que, en los emplazamientos e instalaciones citados, la reglamentación no pide cables libres de halógenos sino cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, y como ya hemos dicho el cable el Al XZ1 (S) no supera la primera condición (no propagación del incendio), el cable indicado para estos casos sería el Al Afumex (AS) con cubierta verde.

En resumen, las aplicaciones de los 2 diseños actualmente disponibles son como siguen:

Al Voltalene Flamex (S) (marcado como Al XZ1 (S) y con cubierta negra): redes de distribución subterráneas e instalaciones interiores o receptoras en las que no se requieran condiciones de alta seguridad (AS) frente al fuego.

Al Afumex (AS) (marcado como Al RZ1 (AS) y con cubierta verde): locales de pública concurrencia, derivaciones individuales, líneas generales de alimentación e instalaciones en las que se requieran cables de alta seguridad (no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida).

(Ver apartado J pto. 10)

Las secciones que utiliza Iberdrola para la distribución en baja tensión para sus redes subterráneas se ven en la siguiente tabla:

Tabla 1
Tipos normalizados y características esenciales

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm ²	Suministro Long ± 2% m	Tipo bobina UNE 21 167	Código
XZ1-Al	0,6/1	1 x 150	1.000	12	56 34 722
		1 x 240	1.000	14	56 34 723

La constitución del cable (véase figura 1) será la siguiente:

- Conductor: aluminio compactado, sección circular, clase 2 según UNE EN 60 228.
- Aislamiento: polietileno reticulado (X).
- Cubierta exterior: poliolefina termoplástica (Z1).

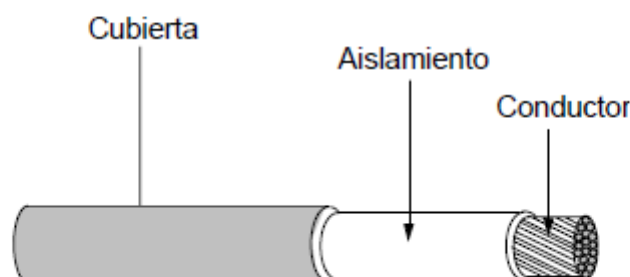


Fig. 1: Constitución del cable

Cumplirá las solicitaciones de la norma UNE 211 603-SN1 para;

- Temperatura máxima para el aislamiento en servicio normal: 90°C
- Temperatura máxima para el aislamiento en cortocircuito durante 5s máximo: 250°C

La cubierta, deberá estar perfectamente adherida al aislamiento, y entre el conductor y el aislamiento no se admitirá la colocación de una cinta sintética.

Según se indica en el capítulo 2 apartado 5 de la norma UNE 211 603-SN1, la designación del cable se efectuará por medio de siglas de tal manera que identifiquen claramente sus características

- X : aislamiento de polietileno reticulado
- Z1: cubierta de poliolefina
- Al: conductor aluminio
- 0,6/1 kV , tensión asignada del cable en forma U_0/U
- Sección, valor, en mm^2 de la sección del conductor.

Ejemplo de designación:

XZ1-Al 0,6/1 kV 1 x 150

Esta designación corresponde a un cable unipolar de 150 mm^2 de sección circular compacta de aluminio, aislado con polietileno reticulado y con cubierta exterior de poliolefina, para $U_0 = 0,6$ kV y $U = 1$ kV.

Ejemplo de denominación:

Cable XZ1-Al 0,6/1 kV 1 x 150, NI 56.37.01.

Las características eléctricas de los cables **AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S)** de aislamiento de dieléctrico seco 0,6/1 KV en régimen permanente a título orientativo serán las siguientes:

Tabla 1
Resistencia y reactancia

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

Intensidades máximas admisibles. A título orientativo se indican en la tabla siguiente:

Tabla 2
Intensidades admisibles

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25

Temperatura ambiente en °C 40

Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W

Profundidad de soterramiento en m 0,7

1.9.2.2.2 Accesorios

Los accesorios serán homologados por Iberdrola y adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de estos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). La ejecución y montaje de los empalmes y las terminaciones se realizarán siguiendo el manual técnico de Iberdrola correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante. Los accesorios que utilizaremos en este proyecto son:

Terminales monometálicos: Las características serán las establecidas en la NI 58.20.71 (Norma particular de Iberdrola)

Conectores de Empalme monometálicos: Las características serán las establecidas en la NI 58.20.71. (Norma particular de Iberdrola)

Empalmes aislados: Las características serán las establecidas en la NI 56.88.01. (Norma particular de Iberdrola).

Derivaciones Aisladas: Las características serán las establecidas en la NI 56.88.01. (Norma particular de Iberdrola).

Terminaciones Aisladas por apriete mecánico: Las características serán las establecidas en la NI 56.88.01. (Norma particular de Iberdrola).

Capuchones: Las características serán las establecidas en la NI 56.88.01. (Norma particular de Iberdrola).

Las características de dichos accesorios se ven en las siguientes tablas:

Terminales monometálicos

Los elementos normalizados son los que se indican en la tabla 1 y su diseño corresponderá al indicado en la figura 1.

Tabla 1

Terminales monometálicos

Designación	Sistema de Conexión	Código
TMC 50	Punzonado profundo (matriz cerrada)	5853003
TMC 95		5853005
TMC 150		5853007
TMC 240		5853009
TMA 50/95	Apriete mecánico	5844155
TMA 95/240		5844159

Significado de las siglas que conforman la designación:

TMC: Terminal monometálico por compresión

TMA: Terminal monometálico por apriete mecánico

Números: Secciones del conductor en mm² o rango de secciones mínima/máxima que cubre el terminal

Ejemplos de denominación:

Terminal monometálico por compresión TMC 50 NI 58.20.71

Terminal monometálico por apriete mecánico TMA 50/95 NI 58.20.71

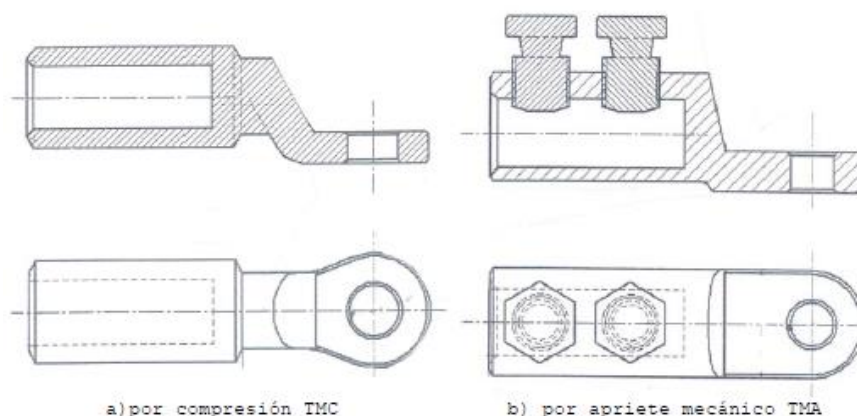


Figura 1 Terminales monometálicos

TERMINACIONES MONOMETÁLICOS



Conectores de empalme monometálicos

Los elementos normalizados son los que se indican en la tabla 2 y su diseño corresponderá al indicado en la figura 2.

Tabla 2

Conectores de empalme monometálicos.

Designación	Sistema de conexión	Código
CEMSC 50	Punzonado profundo (matriz cerrada)	5816003
CEMSC 95		5816005
CEMSC 150		5816007
CEMSC 240		5816009
CEMSCR 50/16		5816020
CEMSCR 50/35	Apriete mecánico	5816022
CEMSCR 95/50		5816025
CEMSCR 150/95		5816030
CEMSA 50/95		5817050
CEMSA 95/240		5817052

Significado de las siglas que conforman la designación:

CEMSC: Conector empalme monometálico subterráneo por compresión

CEMSA: Conector empalme monometálico subterráneo por apriete mecánico

R: Reducción

Números: Secciones, en mm², del conductor principal, conductor derivado o rango de secciones.

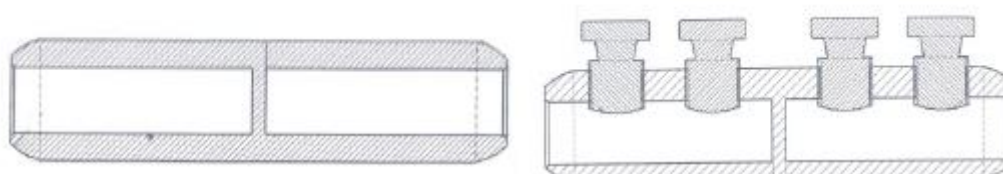
Ejemplos de denominación:

Conector de empalme monometálico subterráneo por compresión (reducción)

CEMSCR 50/35 NI 58.20.71

Conector de empalme monometálico subterráneo por apriete mecánico CEMSA

50/95 NI 58.20.71



a) por compresión CEMSC y CEMSCR

b) por apriete mecánico CEMSA

Figura 2. Conectores de empalme monometálicos

Las características de las piezas de conexión son las indicadas en la EA 0024.

El manguito de los terminales llevará sus paredes interiores recubiertas de grasa neutra. El fabricante fijará, para su aprobación por Iberdrola, las características de esta grasa. El punto de goteo será siempre superior a 150°C.

Se utilizarán en las conexiones de cables subterráneos XZ1 según NI 56.37.01 y en instalaciones de líneas subterráneas de BT.

Empalmes aislados. Los empalmes aislados EPSA, que a título orientativo se representan en la figura 3, cumplirán con lo estipulado en el apartado 5.2.1, de la UNE 211 022.

Tabla 1

Designación de los empalmes aislados

Designación	Sección del conductor	Código
EPSA-50/95	50/95 mm ²	50 80 092
EPSA-95/150	95/150 mm ²	50 80 093
EPSA-150/240	150/240 mm ²	50 80 094

Significado de las siglas que conforman la designación:

EPSA: empalme aislado subterráneo.

50/95/150/240: Sección del conductor en mm².

Ejemplo de denominación:

Empalme EPSA-95/150, NI 56.88.01.

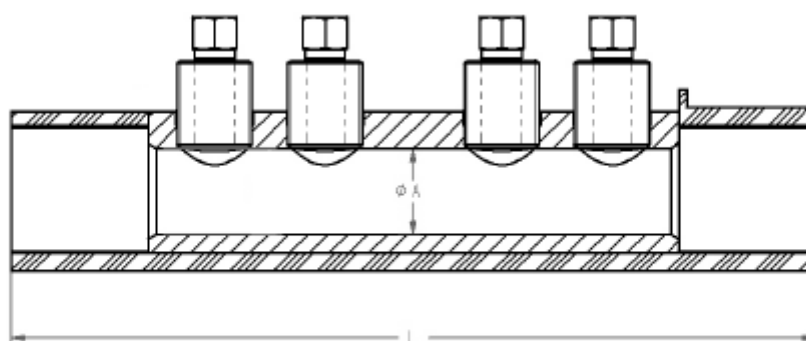


Figura 3. Conector empalme por apriete mecánico EPSA (a título orientativo).

Las designaciones de los empalmes aislados se ven en la siguiente tabla:

Las dimensiones de los empalmes EPSA, se indican en la tabla 5.

Tabla 5
Dimensiones de los empalmes aislados mecánicos EPSA (en mm)

Designación	L	ØA	Nº Tornillos
	max.	± 0,5	min.
EPSA-50/95	300,0	12,5	2
EPSA-95/150	300,0	19,5	4
EPSA-150/240	300,0	19,5	4

NOTA: el conector es valido tanto para la conexión entre conductores de aluminio o como conexión de conductor de aluminio con conductor de cobre, e incluso con conductor de cobre contra conductor de cobre, siempre que estos sean de clase 2, según UNE EN 60 228.

Derivaciones aisladas. Las derivaciones aisladas DPSA, cuya figura se representa a continuación a título orientativo, cumplirán con lo estipulado en el apartado 5.2.2 de la UNE 211 022.

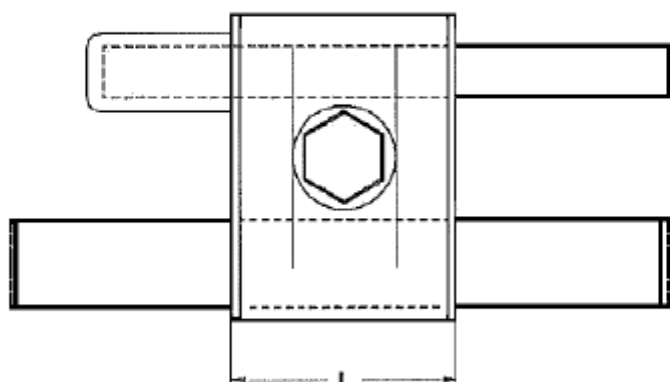


Figura 5. Derivación preaislada DPSA (a título orientativo).

Las dimensiones de las derivaciones aisladas DPSA, se indican en la tabla 6.

Tabla 6
Dimensiones de derivación aisladas DPSA (en mm)

Designación	L	Nº Tornillos
	Max.	
DPSA-50	200	1
DPSA-95	200	1
DPSA-150	200	2*
DPSA-240	200	2*

* Cabezas de los tornillos de las mismas dimensiones.

Las designaciones de derivaciones aisladas se ven en la siguiente tabla:

Tabla 2
Derivaciones aisladas normalizadas

Designación	Sección cable principal	Sección cable derivado	Código
DPSA-50	150 a 240 mm ²	25 a 50 mm ²	50 80 060
DPSA-95	150 a 240 mm ²	50 a 95 mm ²	50 80 061
DPSA-150	95 a 150 mm ²	95 a 150 mm ²	50 80 062
DPSA-240	150 a 240 mm ²	150 a 240 mm ²	50 80 063

Significado de las siglas que conforman la designación:

DPSA: Derivación aislada subterránea.

50/95/150/240: Sección máxima del conductor derivado en mm².

Ejemplo de denominación:

Derivación aislada DPSA-95, NI 56.88.01.

Terminaciones aisladas. Las terminaciones aisladas, CTPT cuya figura se representa a continuación a título orientativo, cumplirán con lo estipulado en el apartado 5.2.3 de la UNE 211 022.

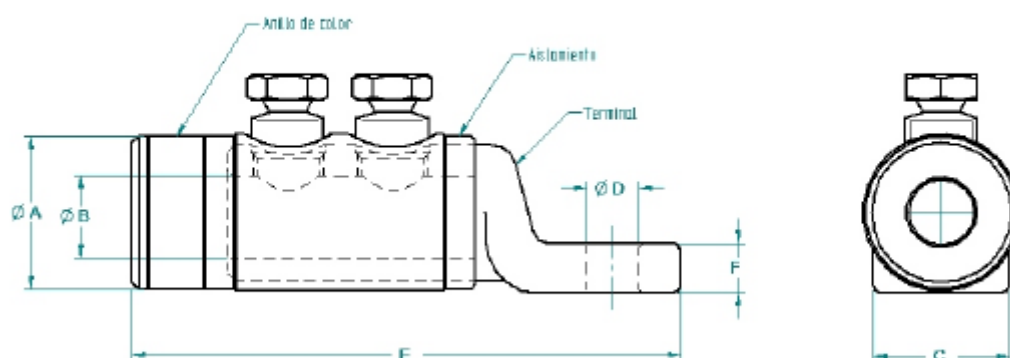


Figura 6. Terminación aislada CTPT

Las dimensiones de las terminaciones aisladas, se indican en la tabla 7.

Tabla 7
Dimensiones de las terminaciones aisladas

Designación	A	Ø B	C	Ø D*		E	F	Nº Tornillos
	máx.	min	máx.	± 0,5		máx.	min.	mín.
CTPT-25/50	27	9,0	22	9,0	M8	80	6	1
CTPT-50/95	27	12,5	22	9,0	M8	80	6	1
CTPT-95/150	31	15,5	26	11,0	M10	100	9	1
CTPT-150/240	38	19,5	33	13,0	M12	150	9	2

Las designaciones de terminaciones aisladas se ven en la siguiente tabla:

Tabla 3
Terminaciones aisladas por apriete mecánico

Designación	Sección del conductor	Código
CTPT-25/50	25/50 mm ²	50 80 200
CTPT-50/95	50/95 mm ²	50 80 201
CTPT-95/150	95/150 mm ²	50 80 202
CTPT-150/240	150/240 mm ²	50 80 203

Significado de las siglas que conforman la designación:

CT: Terminación aislada subterránea.

PT: Apriete mecánico

25/50/95/150/240: Sección del conductor en mm².

Ejemplo de denominación:

Terminación aislada por apriete mecánico CTPT-95/150, NI 56.88.01.

Capuchones. Cumplirán con lo estipulado en el apartado 5.2.3 de la UNE 211 022 y estarán formados por componentes retráctiles.

Las dimensiones de los capuchones, se indican en la tabla 8.

Tabla 8
Dimensiones de los capuchones CRACS

Designación	Ø interior valor medio mm	Longitud min. mm	Espesor min. mm
	Antes de contraer	Después de contraer	Después de contraer
CRACS-1	12	40*	2*
CRACS-2	20	50**	2**

* Medición tomada instalado sobre un cilindro metálico de diámetro exterior 15 mm.

** Medición tomada instalado sobre un cilindro metálico de diámetro exterior 25 mm



Las designaciones de los capuchones se ven en la siguiente tabla:

Tabla 4
Capuchones normalizados

Designación	Sistema de ejecución	Código
CRACS -50/95	Retráctil en frío	56 84 015
CRACS -150/240	Retráctil en frío	56 84 016

Significado de las siglas que conforman la designación:

CR: Capuchón retráctil en frío.

A: Aislante.

CS: subterráneo.

50/95: sección del conductor de 25 a 95 mm².

150/240: sección del conductor de 150 a 240 mm².

Ejemplo de denominación:

Capuchón CRACS -150/240, NI 56.84.01.

OTROS ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS PARA CABLES SUBTERRANEOS DE BAJA TENSIÓN

TUBO TERMOSPEED PTPG (PARED GRUESA)

CARACTERÍSTICAS



Resistencia a los
agentes químicos



Reconocido
por UL



Reconocido
por CSA

- Pared gruesa.
- Excelente aislamiento y durabilidad mecánica
- Tensión y temperatura nominales, en servicio permanente: 600 V ; 90 °C.
- La capa interior de adhesivo termoplástico opcional permite obtener un aislamiento y una protección completa.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 110 °C
- Temperatura de contracción: 120 °C
- Relación de contracción 3:1



DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Poliolefina reticulada de pared gruesa con adhesivo interno.
Color: Negro.

APLICACIONES

Empalme termoretráctil de pared gruesa que proporciona máxima fiabilidad para el aislamiento y protección de empalmes y terminaciones de cables.

Apto para requisitos mecánicos exigentes en instalaciones enterradas directas, sumergibles y U.R.D.

POLIFURCACIÓN TERMOSPEED PPD

CARACTERÍSTICAS



Resistencia a los
agentes químicos

Resistencia a
los golpes

- Capa interior de adhesivo termoplástico que ofrece un aislamiento y una protección completa, respetuosa con el medioambiente.
- También disponible como pieza de derivación multipolar para Media Tensión anti-track y conductivas.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 100 °C.
- Temperatura de contracción: 135 °C.



DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Piezas de poliolefina reticulada para cables multipolares.
Color: Negro. (Posibilidad en otras coloraciones).

APLICACIONES

Polifurcación termoretráctil moldeada que sella y protege las derivaciones de cables multipolares.
Piezas disponibles para cables de 2, 3 o 4 conductores.

POLIFURCACIÓN PARA 2 CONDUCTORES



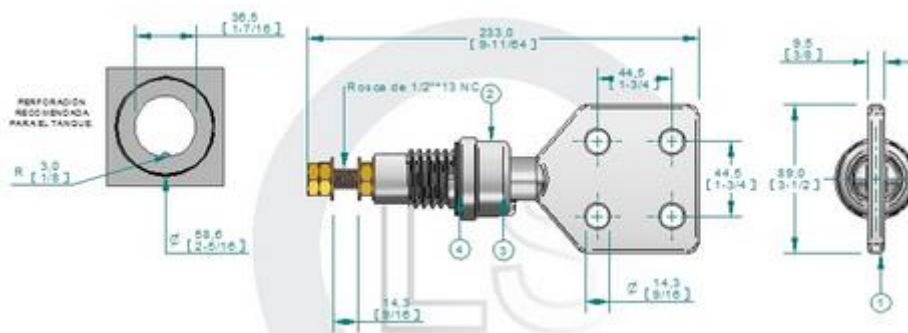
POLIFURCACIÓN PARA 3 CONDUCTORES



POLIFURCACIÓN PARA 4 CONDUCTORES



Los **terminales de unión** para fijación de varios conductores por fase que se conectan a las **pasatapas del secundario de transformador** serán de siguiente tipo y deberán aguantar la intensidad eléctrica prevista.



- **Pasatapas de BT.** Estos elementos se encargan de conectar las bobinas del transformador con la red de salida de BT, y por ello atraviesan también la tapa de la cuba del transformador (Fig. 1.50).

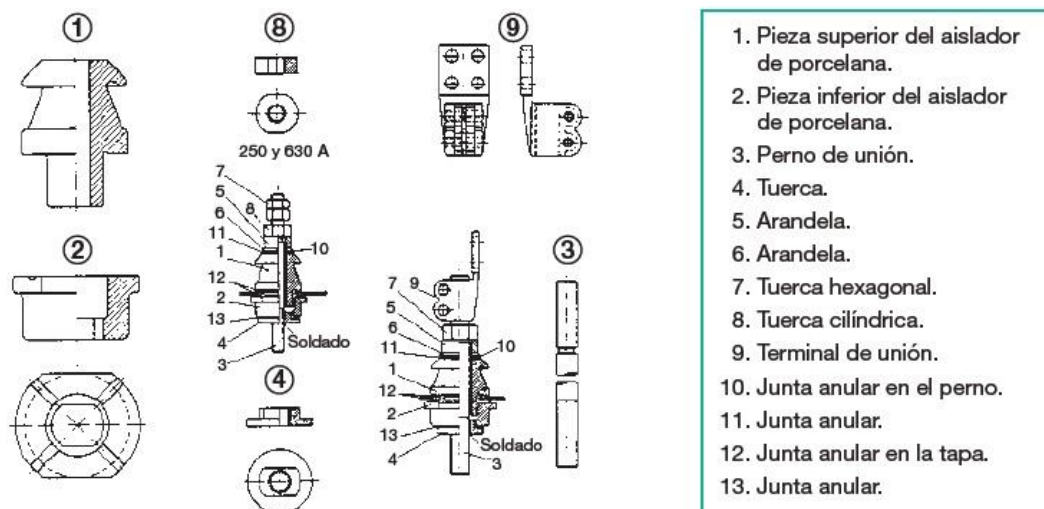


Fig. 1.50. Pasatapas de BT.

Para Conectar los cables subterráneos de baja tensión en sus respectivas cajas generales de protección (CGPs), Cajas de Generales de Protección y Medida (CGPMs), Armarios de Medida y Seccionamiento (AMs) y Centros de Mando de Alumbrado Público (CMAPs) se utilizarán los siguientes accesorios:

Prensaestopas (PG)

Prensaestopas (PG)

- Utilización: facilitan el paso y sujeción de tubos o cables a través de las envolventes
- Material: Poliamida color gris



Obturadores Pasacables

Obturadores Pasacables (CONOS)

- Utilización: facilitan el montaje en el paso de conductores o tubos a través de las envolventes
- Material: PVC color gris



Tornillos de Cierre

Tornillos de Cierre

- Utilización: cierre y fijación de las tapas de los módulos UNINTER. Imperdibles y precintables
- Material: poliamida gris



Tornillos Cierre UNINTER S33

Amplia gama de tornillos para la fijación de la tapa.

Tipo de accionamiento:

- Por destornillador
- Manual
- Triangular de poliéster
- Triangular metálico con muelle



Además cada 40 metros en cada zanja pondremos arquetas de registro para la inspección de cables. Las arquetas serán prefabricadas de hormigón de dimensiones 40x40 cm con tapa de fundición dúctil.

Arquetas de Registro

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto) establece en la ITC-BT-15, apartado 2, que las derivaciones individuales, cuando discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica.

En estos casos, para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá, en cada 3 plantas como mínimo, de elementos cortafuegos y tapas de registro.

La altura mínima de las tapas de registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo.



1.9.2.2.3 Protecciones Eléctricas de Principio y Fin de Línea

Protección contra sobreintensidades

Los anillos de BT deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de los anillos de BT deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocaran **cortacircuitos fusibles NH de baja tensión**, con emplazamiento en el inicio de los anillos (Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación). Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de este.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas. Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a esta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuitos por medio de **cortacircuitos fusibles NH de baja tensión** se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Protecciones contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

Luego la protección de los anillos de BT contra sobreintensidades y cortocircuitos la proporcionan los cortacircuitos fusibles NH.

Los fusibles que utilizaremos para proteger los anillos de BT y que instalaremos a la salida del **Cuadro General de Baja Tensión** de los respectivos transformadores en el presente proyecto serán los NH tamaño 1 (NH1) de la marca TEKKA. Las exigencias del presente proyecto serán que para proteger los anillos de BT necesitaremos fusibles de calibres 160 A, 200 A y 250 A.

Dichos fusibles estarán regulados por la norma particular de Iberdrola NI 76.01.01.



Las designaciones y características esenciales de dichos fusibles se ven en la siguiente tabla:

Tabla 1
Elementos normalizados. Características esenciales

Elementos	Designación	Tamaño	Corriente asignada A	Códigos
Cartuchos fusibles	FCU 00/63	00	63	7601033
	FCU 00/80	00	80	7601034
	FCU 00/100	00	100	7601035
	FCU 00/125	00	125	7601036
	FCU 00/160	00	160	7601037
	FCU 0/63	0	63	7601133
	FCU 0/80	0	80	7601134
	FCU 0/100	0	100	7601135
	FCU 0/125	0	125	7601136
	FCU 0/160	0	160	7601137
	FCU 1/100	1	100	7601235
	FCU 1/125	1	125	7601236
	FCU 1/160	1	160	7601237
	FCU 1/200	1	200	7601238
	FCU 1/250	1	250	7601239
	FCU 2/160	2	160	7601337
	FCU 2/200	2	200	7601338
	FCU 2/250	2	250	7601339
	FCU 2/315	2	315	7601340
	FCU 2/400	2	400	7601341
Empuñadura amovible de manipulación con manguito	EAM/M - CU	0 a 3	-	2952470

Significado de las siglas que componen la designación:

FCU : Cartucho fusible de Cuchillas

00/0/1/2: Tamaños 00, 0, 1 ó 2

EAM: Empuñadura amovible de manipulación

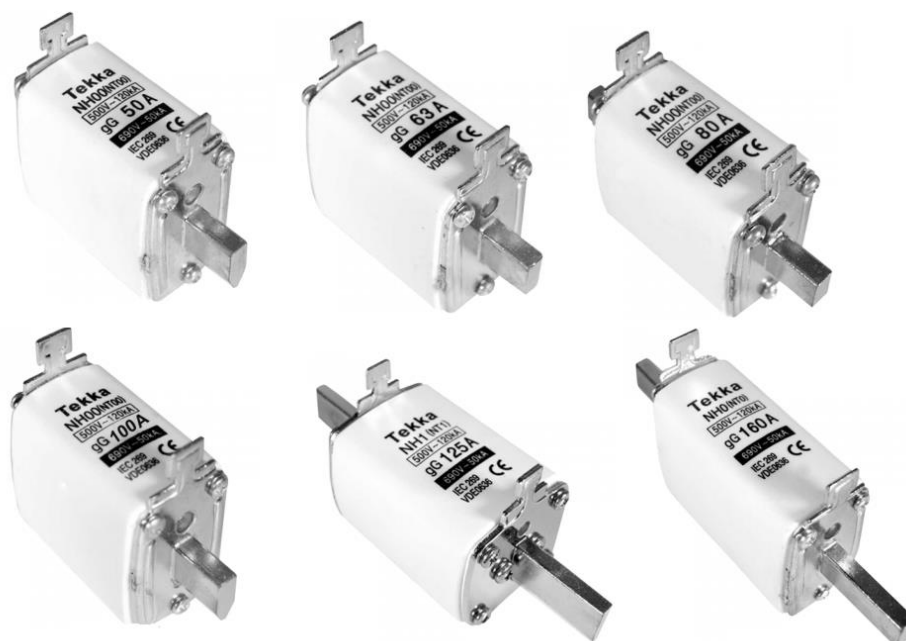
M : Manguito

Ejemplo de denominación:

Cartucho fusible de cuchilla FCU 1/250, NI 76.01.01

Empuñadura amovible de manipulación con manguito EAM/M - CU, NI 76.01.01

Los fusibles que utilizaremos para proteger a los abonados en baja tensión y que instalaremos en sus respectivas **cajas generales de protección** serán de tipo NH tamaño 0 (NH0) de los siguientes calibres: 50 A, 63 A, 80 A, 100 A, 125 A y 160 A de la marca TEKKA.



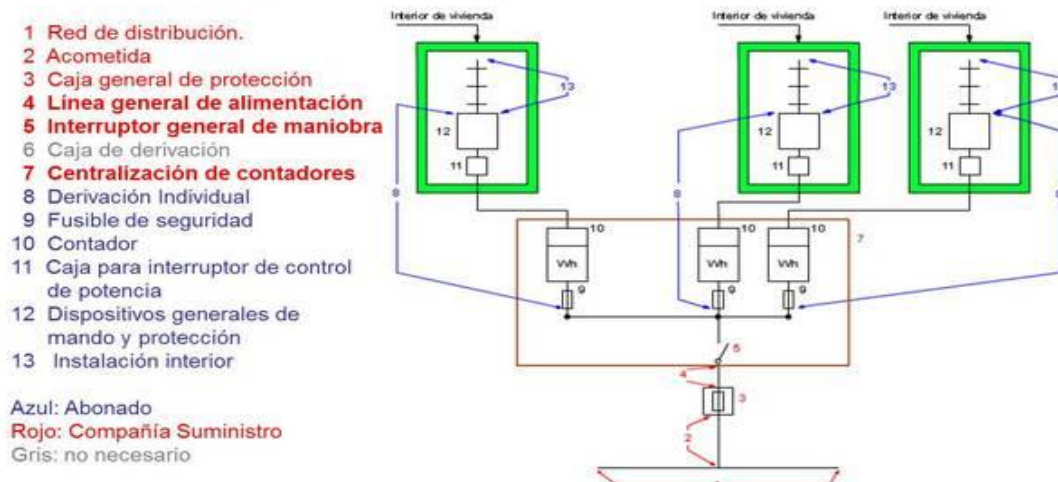
Protección contra Sobretensiones

No es necesario proteger los anillos de BT contra sobretensiones puesto que en el entronque aéreo-subterráneo colocaremos unos pararrayos autovalvulares que nos protegerán toda la red de MT y la red de BT contra sobretensiones de origen interno (maniobra de interruptores en subestaciones) y externo (descargas atmosféricas).

1.9.2.2.4 CGPs, CGPMs y CMAPs

- **CGP=Caja General de Protección.** Se utilizará para proteger la línea general de alimentación de las viviendas colectivas y están reguladas por la norma particular de Iberdrola **NI 76.50.01**

Instalación de Enlace para varios usuarios, contadores centralizados en un lugar



Las cajas generales de protección que utilizaremos en el presente proyecto serán las siguientes: **CGP-10-250/BUC (PLANO 54)**. En dichas CGPs se alojarán los fusibles de protección de la línea general de alimentación del portal de edificio de viviendas colectivas.

CGP-10-250/BUC

• Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.

• Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.

• Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.

• Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.

• Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetalicos hasta 240 mm².

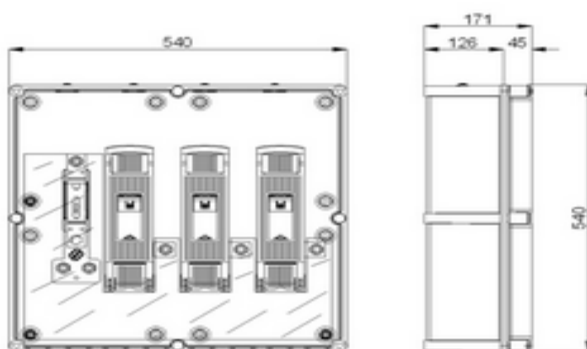
• Placa de protección de partes activas.

Complemento: puerta metálica referencia 0947132-IB.

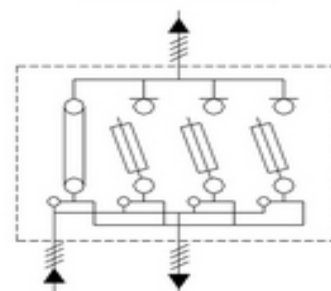
Código IBERDROLA: 7650018



Referencia	Descripción	Alto	Ancho	Profundidad	PVP
0446440	CGP-10-250/BUC	540 mm	540 mm	171 mm	Ver tarifa €



ESQUEMA 10



ACCESORIOS PARA CGP-10-250/BUC

Bases Portafusibles BUC

BASES PORTAFUSIBLES UNIPOLARES SECCIONABLES EN CARGA BUC

Composición:

• Zócalo de poliéster termoestable reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible según UNE 53.315/1 y clase térmica "F" según UNE 21.305.

• Piezas termoplásticas fabricadas en policarbonato y poliamidas. Materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21.305.

• Pinzas de contacto de cobre electrolítico SE-Cu 57 según DIN 178 con recubrimiento de plata.

• Barras conductoras de cobre electrolítico E-Cu 57 según DIN 1787 con recubrimiento de estaño.

• Elementos de conexión mediante tornillos de acero dicromatado o acero inoxidable fijados a la pletina.



Neutros Amovibles NH

Neutros amovibles para bases portafusibles tipo cuchilla y tipo lira. Para la conexión de las líneas de neutro o tierra.



Pantallas Separadoras

PANTALLAS SEPARADORAS

Fabricadas en material aislante, autoextinguible, según norma UNE 20 672/2-1
El montaje se realiza por presión sobre las bases portafusibles tipo cuchilla (NH)



Cuchillas de seccionamiento

CUCHILLAS DE SECCIONAMIENTO

Fabricadas en cobre electrolítico plateado



Placas de Montaje MAXIPOL

Placas de poliéster o metálicas, para la fijación de la aparamenta.



Puertas MAXINTER

- Utilización: para cajas modelo MAXINTER. Se pueden incorporar mirillas opcionales.
- Material: poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035
- Clase térmica A, según UNE 21305
- Resistentes al calor anormal y al fuego (UNE 20 672/2-1)
- Resistentes a la intemperie, a la corrosión y a los impactos mecánicos
- Ventanillas opcionales para lectura de los aparatos de medida
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°
- Cierre de tornillo triangular normalizado, de 11 mm de lado, imperdible y precintable



Zócalos SUPERINTER

Zócalos fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035. Permiten la elevación de los armarios SUPERINTER en caso necesario. Varias medidas adaptables a los distintos modelos de armarios.



Prensaestopas (PG)

Prensaestopas (PG)

- Utilización: facilitan el paso y sujeción de tubos o cables a través de las envolventes
- Material: Poliamida color gris



Obturadores Pasacables

Obturadores Pasacables (CONOS)

- Utilización: facilitan el montaje en el paso de conductores o tubos a través de las envolventes
- Material: PVC color gris



Tornillos de Cierre

Tornillos de Cierre

- Utilización: cierre y fijación de las tapas de los módulos UNINTER. Imperdibles y precintables
- Material: poliamida gris



Tornillos Cierre UNINTER S33

Amplia gama de tornillos para la fijación de la tapa.

Tipo de accionamiento:

- Por destornillador
- Manual
- Triangular de poliéster
- Triangular metálico con muelle



Bridas de Conexión

Bridas de conexión para derivación o para conexión embarrados.

- Utilización: derivación de conductores de embarrados de cobre Ver siguiente tabla para elección de Modelos



Para instalar las CGPs empotrables en pared de edificios para viviendas colectivas se instalará en nichos especialmente preparados para este fin y cerradas con puerta metálica.

PPN para CPM1 CPM2 y CPM3

El reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto), establece en la ITC-BT-13, apartado 1.1 y 2.1, que la Caja General de Protección y la Caja General de Protección y medida, cuando la acometida sea subterránea, se instalará siempre en un nicho en pared que se cerrará con puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50 102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora.

No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación.

La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

Cahors Española adaptándose al nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en puertas para nicho presenta su gama con todas las especificaciones establecidas, añadiendo a dicha puerta cuatro respiraderos y triángulo de peligro no extraíble.



Referencia	Designación	Dimensiones (mm)	Aplicación
0931102-IBN	PPN 6060-IBN	600 x 600 x 300	CPM 2
0931104-IBN	PPN 4054-IBN	400 x 540 x 240	CPM1 D2
0931105-IBN	PPN 6578-IBN	650 x 780 x 300	

* Cierre IBERDROLA y espesor de 1,5 mm

Características Técnicas

- Puerta fabricada en chapa de acero galvanizado
- Espesor entre 1,5 o 2 mm.
- Puerta tratado con imprimación para facilitar su posterior pintado.
- Rejillas de ventilación en la puerta.
- Grado de protección contra impactos IK 10 s/n UNE-EN 50102.
- Cerradura metálica accionado por cabeza triangular.
- Triángulo de peligro en chapa de acero galvanizado no extraíble.
- Bisagras inaccesibles desde el exterior.

Directivas y Normativas Técnicas

- Protección contra polvo/agua IP s/n UNE 20 324
- Protección contra impactos IK s/n UNE EN 50 102
- Clase Térmica s/n UNE 21 305
- Resistencia al calor o fuego s/n UNE EN 60 695-2-1/0
- Doble Aislamiento s/n IEC 60439-1
- Directiva Material Eléctrico (B.T.) 73/23/CEE Modificación Directiva (73/23/ CEE) 93/68/CEE
- Directiva compatibilidad electromagnética 89/336 CEE Modificación Directiva (89/336/ CEE) 92/31 CEE Modificación Directiva (89/336/ CEE) 93/98 CEE

INSTALACIÓN DE CGP EN UN EDIFICIO DE VIVIENDAS COLECTIVAS



- **CGPM=Caja General de Protección y Medida.** Se utilizará para proteger la derivación individual de las viviendas unifamiliares y están regulados por la norma particular de Iberdrola NI 42.72.00.

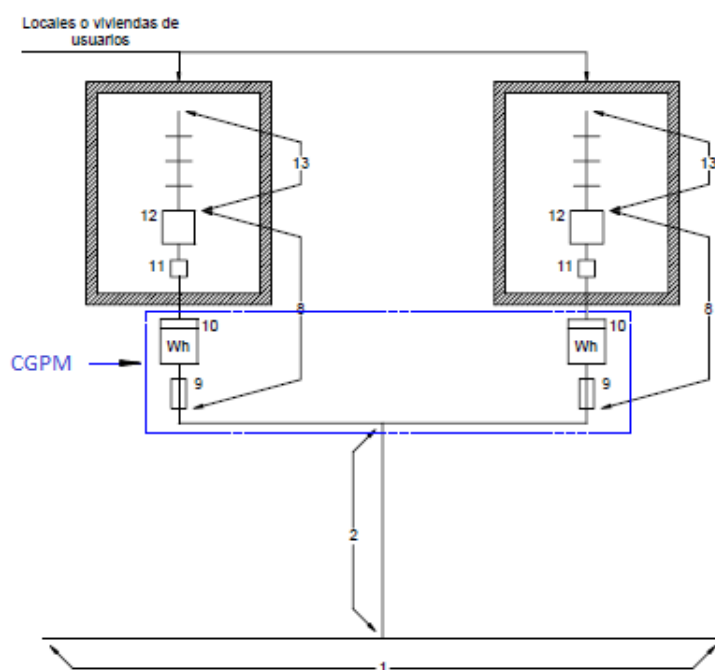


Figura 2. Esquema 2.2.1. Para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar

LEYENDA

- 1) RED DE DISTRIBUCIÓN
- 2) ACOMETIDA
- 8) DERIVACIÓN INDIVIDUAL
- 9) FUSIBLE DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (PROTEGE UNA FASE)
- 10) CONTADOR MONOFÁSICO
- 11) CAJA PARA INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP)
- 12) DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN
- 13) INSTALACIÓN INTERIOR

Las cajas generales de protección y medida que utilizaremos en el presente proyecto serán las siguientes: **CPM3-D2/2-I (PLANO 55)**.

En dichas CGPMs se alojarán los fusibles de protección de la derivación individual del abonado de la vivienda unifamiliar y el contador monofásico del mismo. En total esta CGPM permite proteger dos abonados en monofásica y por consiguiente tendrá en su interior 2 bases portafusibles tipo BUC, 2 neutros seccionables y 2 contadores monofásicos. En caso de que una parcela tenga el número impar de viviendas unifamiliares, la última CGPM sólo tendrá 1 base portafusible BUC, 1 neutro seccionable y un contador monofásico.

Las CGPMs a utilizar en el presente proyecto para proteger las viviendas unifamiliares se ven en la siguiente figura:

CPM3-D2/2-I

•Capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.00.01

•Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos.

•Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.

•Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles.

•Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetálicos de hasta 50mm² de capacidad.

•Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02.



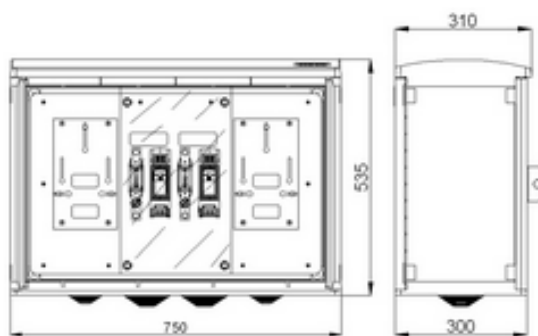
Complemento: puerta metálica referencia 0931105-IB.

•Añadiendo en la referencia -C, se suministra con Contador verificado RS232

•Añadiendo en la referencia -M, se suministra con Módem GSM RS232/RS485

Código IBERDROLA:4272023

Referencia	Descripción	Alto	Ancho	Profundidad	PVP
0471029	Armario para 2 monofasicos	535 mm	750 mm	310 mm	Ver tarifa €



CAJAS NORMALIZADAS. UTILIZACION, DESIGNACION Y CODIGO

Tipo de suministro	Nº de contadores	Tipo de instalación	Designación	Código IBERDROLA
Monofásico hasta 63 A	1 CE	Empotrable	CPM1-D2-M	4272001
	1 CE	Intemperie	CPM1-D2-I	4272002
	2 CE	Empotrable	CPM3-D2/2-M	4272021
	2 CE	Intemperie	CPM3-D2/2-I	4272023
Trifásico Hasta 15 kW Hasta 43,5 kW (Medida directa)	1 CE o CG	Empotrable	CPM2-D/E4-M	4272014
	1 CE o CG	Intemperie	CPM2-D/E4-I	4272016
	1 CE o CG	Empotrable	CPM2-D/E4-MBP	4272017
	1 CE o CG	Intemperie	CPM2-D/E4-IBP	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta) TI	1 CG	Empotrable	CMT-300E-M	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida indirecta) TI	1 CG	Intemperie	CMT-750E-I	4272120

CONTADOR MONOFÁSICO PARA CPM3-D2/2-I

CIRWATT A

Contador monofásico de energía activa clase 1

Descripción

CIRWATT A es un contador monofásico digital multifunción de clase 1 en medida de energía activa.

CIRWATT A cumple las normativas existentes aplicables a contadores electrónicos, y dispone de un sistema autónomo de retención de datos que evita su pérdida frente a la ausencia de alimentación. Asimismo, permite la lectura por pantalla (incluso en ausencia de tensión) y a través del puerto óptico (protocolo **IEC-61107**).

Aplicación

Está diseñado especialmente para instalaciones donde los contadores electromecánicos no satisfacen las necesidades actuales, concretamente en aquellas en las que se precise un contador monofásico con sistema de tarifas.



Características

Alimentación	
Tensión nominal	127 V ó 230 V (según tipo)
Tolerancia	80 % ... 120 % U_n
Consumo	< 0,4 W
Frecuencia	50 / 60 Hz
Temperatura de trabajo	- 20 ... + 60 °C
Medida de tensión	
Conexión	Asimétrico
Tensiones	127 V ó 230 V (según tipo)
Frecuencia	(50 / 60 Hz)
Medida de corriente	
Corrientes (I_n)	A (60) A, 10 (60) A, 10 (120) A
Precisión	
Energía Activa	Clase 1.0 (IEC 62053-21)
Cálculo y procesado	
Microprocesador	Basado en DSP
Conversor	16 bits
Memoria	
Datos	Tipo RAM salvada por pila de litio
Setup y eventos	Memoria no volátil tipo FLASH

Pila	
Tipo	Litio
Vida	> a 10 años
Reloj	
Tipo	Oscilador de cuarzo de frecuencia de red
Deriva	< 0,5 s/día a 25 °C
Salidas relé	
Tipo	Relé mecánico de 230 V - 10 A
Salidas LED	
Cadencia	1000 impulsos / kW·h
Seguridad	Categoría III (110 V) según EN-61010
Características constructivas	
Envoltorio	Según norma DIN 43859
Dimensiones	Según norma DIN 43857
Grado de protección	IP 51
Lector óptico	IEC-61107 para acceso local
Eventos	
Detección de manipulación de consumo inverso	
Energía inversa total	
Horas de funcionamiento	
Detección de manipulación de la tapa de cubrebombas	

CIRWATT A

Contador monofásico de energía activa clase 1

Normas

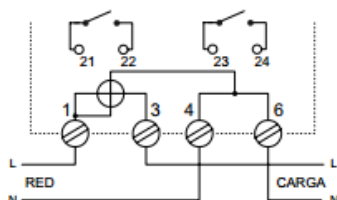
EN 62053-21 (EN 610369)	Normas para contadores estáticos de energía activa para corriente alterna de clase 1
EN 50081-1	Emisión residencial
EN 50082-1	Inmunidad residencial
EN 55022	Emisiones conducidas: Clase B / Emisiones radiadas: Clase B
EN 62052-11	Equipo para la medida de la electricidad (c.a.) - Parte 11 Equipo de medida
EN 61000-4-6	Inmunidad a los campos de RF acoplados a los cables (modo común): 10 V
EN 61000-4-8	Inmunidad a los campos magnéticos a frecuencia de red: 30 A/m

Referencias

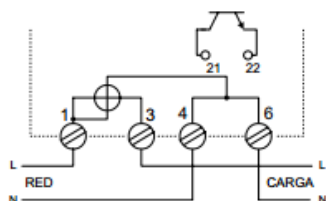
Tensión de medida 230 V c.a.	Rango medida corriente (A)	Tarifas	Cuadrantes	Salidas de relé	Tipo
•	10 (120)	Hasta 3	2	1	CIRWATT A - 210-ED3-03A-00
•	10 (120)	Hasta 3	2	2	CIRWATT A - 210-ED3-02A-00
•	5 (60)	Hasta 3	2	1	CIRWATT A - 210-ED4-03A-00
•	5 (60)	Hasta 3	2	2	CIRWATT A - 210-ED4-02A-00
•	10 (60)	Hasta 3	2	1	CIRWATT A - 210-ED2-03A-10
•	10 (60)	Hasta 3	2	2	CIRWATT A - 210-ED2-02A-00

Conexiones

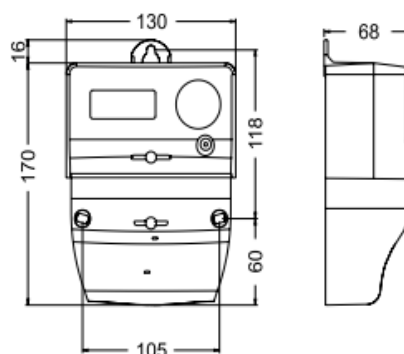
Con una o dos salidas de relé mecánico



Con una salida digital de impulsos de energía



Dimensiones



ACCESORIOS PARA CPM3-D2/2-I

Bases Portafusibles BUC

BASES PORTAFUSIBLES UNIPOLARES SECCIONABLES EN CARGA BUC

Composición:

- Zócalo de poliéster termoestable reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible según UNE 53.315/1 y clase térmica "F" según UNE 21.305.
- Piezas termoplásticas fabricadas en policarbonato y poliamidas. Materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21.305.
- Pinzas de contacto de cobre electrolítico SE-Cu 57 según DIN 178 con recubrimiento de plata.
- Barras conductoras de cobre electrolítico E-Cu 57 según DIN 1787 con recubrimiento de estaño.
- Elementos de conexión mediante tornillos de acero dicromatado o acero inoxidable fijados a la pletina.



Neutros Amovibles NH

Neutros amovibles para bases portafusibles tipo cuchilla y tipo lira. Para la conexión de las líneas de neutro o tierra.



Pantallas Separadoras

PANTALLAS SEPARADORAS

Fabricadas en material aislante, autoextinguible, según norma UNE 20 672/2-1. El montaje se realiza por presión sobre las bases portafusibles tipo cuchilla (NH).



Cuchillas de seccionamiento

CUCHILLAS DE SECCIONAMIENTO

Fabricadas en cobre electrolítico plateado



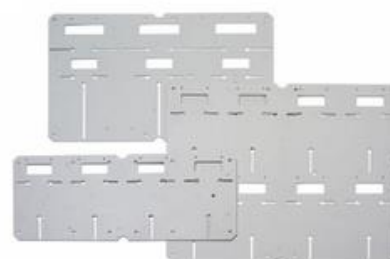
Placas de Montaje MAXIPOL

Placas de poliéster o metálicas, para la fijación de la aparamenta.



Placas Base Mecanizadas

Nota: En el caso que se deseen de policarbonato hay disponibles las siguientes referencias 0926415-ST, 0926416-ST y 0926417-ST.



Puertas MININTER V/H

- Utilización: para cajas modelos MININTER-H, MININTER-V y MINIMININTER.
- Material: poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035
- Clase térmica A, según UNE 21305
- Resistentes al calor anormal y al fuego (UNE 20 672/2-1)
- Resistentes a la intemperie, a la corrosión y a los impactos mecánicos
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida (opcionales en modelo MININTER-H)
- Cierre de tornillo triangular normalizado, de 11 mm de lado, imperdible y precintabl



Referencia	Designación	Tipo
0925341	P-MH	MININTER-H ciega
0925343	PMH/2M	MININTER-H 2 mirillas
0925345	P-MV	MININTER-V 1 mirilla

Zócalos SUPERINTER

Zócalos fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035. Permiten la elevación de los armarios SUPERINTER en caso necesario. Varias medidas adaptables a los distintos modelos de armarios.



Prensaestopas (PG)

Prensaestopas (PG)

- Utilización: facilitan el paso y sujeción de tubos o cables a través de las envolventes
- Material: Poliamida color gris



Obturadores Pasacables

Obturadores Pasacables (CONOS)

- Utilización: facilitan el montaje en el paso de conductores o tubos a través de las envolventes
- Material: PVC color gris



Tornillos de Cierre

Tornillos de Cierre

- Utilización: cierre y fijación de las tapas de los módulos UNINTER. Imperdibles y precintables
- Material: poliamida gris



Tornillos Cierre UNINTER S33

Amplia gama de tornillos para la fijación de la tapa.

Tipo de accionamiento:

- Por destornillador
- Manual
- Triangular de poliéster
- Triangular metálico con muelle



Bridas de Conexión

Bridas de conexión para derivación o para conexión embarrados.

• Utilización: derivación de conductores de embarrados de cobre Ver siguiente tabla para elección de Modelos



INSTALACIÓN DE CGPM PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES TIPO DUPLEX



- **AMS = Armario de Medida y Seccionamiento.** Se utilizará para proteger el circuito de las luminarias de los jardines (J1, J2, J3, J4, J5 y J6), Equipamiento Social (ES) y Equipamiento Juvenil (EJ) y están regulados por la norma particular de Iberdrola **NI 76.50.04**.

En el presente proyecto se designarán en los planos como CGPM (Caja General de Protección y Medida) puesto que también cumplirán la función de protección y medida. Llevarán en su interior un contador trifásico y tres bases portafusibles BUC puesto que la alimentaciones de jardines, equipamiento social y equipamiento juvenil la vamos a realizar **en trifásica** aunque en algunos jardines la potencia que demandarán sus luminarias serán inferior a 15 KW (según ITC-BT-10 a partir de la potencia de la carga de 15 KW el suministro la tenemos que hacer en trifásica, pero en caso de los jardines para una potencia total de las luminarias inferior a 15 KW bajo solicitud del ayuntamiento de Cartagena y consideraciones del ingeniero el suministro lo haremos en trifásica para todos los jardines) para que en caso de avería en una de las fases el jardín no se quede a oscuras. También a parte de la aparamenta mencionada en el interior de AMS se alojará un neutro seccionable.

Los AMS (Armarios de Medida y Seccionamiento) que utilizaremos en el presente proyecto serán las: **CPM3-D/E4/*-M-CS (PLANO 56)**.

Y sus designaciones serán las siguientes:

ARMARIO DE MEDIDA Y SECCIONAMIENTO (AMS)	POTENCIA (KW)
CGPM 70 (J1)	24,12 KW
CGPM 97 (J2)	8,64 KW
CGPM 179 (J3)	7,92 KW
CGPM 149 (J4)	12,96 KW
CGPM 191 (J5)	13,5 KW
CGPM 13 (J6)	21,6 KW
CGPM 21 (EJ)	100,98 KW
CGPM 180 (ES)	16,61 KW

Los Armarios de Medida y Seccionamiento AMS (CGPM) a utilizar en el presente proyecto para proteger los jardines (J1, J2, J3, J4, J5 y J6), el Equipamiento Social (ES) y el Equipamiento Juvenil (EJ) se ven en la siguiente figura:

CPM3-D/E4/*-M-CS

•Envoltorios de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con ventanillas para lectura de los aparatos de medida.

•Panel troquelado para contadores monofásicos o trifásicos.

•Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles.

•Bases de neutro amovibles de 160A. Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A según NI 76.01.02.

•Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm² para la potencia y 2,5 mm² para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación H07Z-R.

•Tres bases tamaño 1, tipo BUC, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

•Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

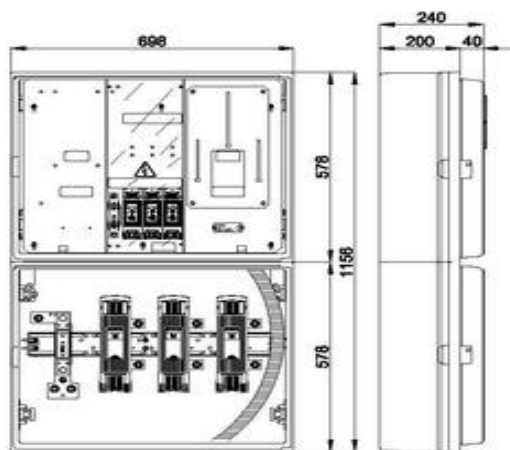
•Añadiendo en la referencia -C, se suministra con Contador verificado RS232

•Añadiendo en la referencia -M, se suministra con Módem GSM RS232/RS485



Código IBERDROLA: 4272014 / 7650142

Referencia	Descripción	Alto	Ancho	Profundidad	PVP
0555180-3	Armario para 1 trifásico c/seccionamiento	1156 mm	698 mm	240 mm	Ver tarifa €



CONTADOR TRIFÁSICO PARA CPM3-D/E4/*-M-CS

CIRWATT C

Contador trifásico digital multifunción



Descripción

Contador trifásico digital multifunción de 2 ó 4 cuadrantes, con precisión 1 en activa y 2 en reactiva, medida directa o indirecta, con la posibilidad de programar hasta 3 contratos.

Atendiendo a las demandas y necesidades del mercado eléctrico, CIRCUTOR ha decidido incluir 2 puertos de comunicaciones (bajo pedido), respetando los protocolos de comunicación IEC y MODBUS, y apuesta por la tecnología del futuro adaptando una gama de contadores tipo C al nuevo sistema de comunicaciones, PLC.

En el display principal de reposo aparecen los siguientes indicadores visuales:

- Sentido de la energía
- Reactiva capacitiva / reactiva
- Cuadrante en el que está trabajando
- Las fases activadas y su sentido
- Tarifa activa por contrato

El contador también dispone de 3 alarmas que indican el estado del contador o de la instalación: crítica, no crítica y de batería.

Aplicación

El CIRWATT C es idóneo para suministros de BT y de MT hasta los 450 kW.

Contador especial 4 cuadrantes para las plantas fotovoltaicas, con un sinfín de posibilidades en cuanto a las comunicaciones.

Características

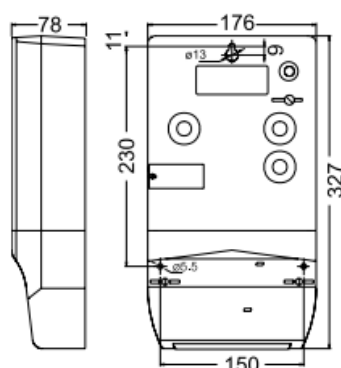
Circuito de alimentación	Autoalimentado
Tensión nominal	Multirango desde 3x57,7/100 V hasta 3x230/400 V c.a.
Tolerancia	± 20 %
Consumo	< 2 W / 10 V-A
Frecuencia	50 ... 60 Hz
Temperatura de trabajo	- 20 °C ... + 60 °C
Circuito de medida	
Conexión	3 ó 4 hilos en el mismo equipo
Tensiones de referencia	Multirango desde 3x57,7/100 V hasta 3x230/400 V c.a.
Frecuencia	50 ... 60 Hz
Circuito de corriente	
Corrientes nominal de base	.../5 ó .../1 A (medida indirecta); 10 A (medida directa)
Corriente máxima	10 ó 2 A (2 x I _b) (medida indirecta); 100 A (10 x I _b) (medida directa)
Precisión	
Energía Activa	Clase 1 (IEC 61036)
Energía Reactiva	Clase 1 (IEC 61268)
Memoria de datos	FLASH (memoria no volátil)
Capacidad	Eventos: 512 registros / Cierres de facturación: 64 / Curva de carga: 213 días / 2ª curva de carga programable: 5.120 registros
Batería mantenimiento reloj	Litio
Vida	10 años (50 % carga)
Funcionamiento sin batería ni tensión	Máximo 24 horas
Reloj	
Tipo	Oscilador de cuarzo / sincronismo de red (seleccionable por programador)
Deriva oscilador de cuarzo	< 0,5 s por día a 25 °C
Entradas digitales (bajo demanda)	4 entradas (50...300 V c.a.)
Salidas digitales (bajo demanda)	3 salidas relé mecánico (hasta 400 V c.a.) optoMOS
Salida de LED de verificación	
Cadencia	20 000 impulsos / kWh ó kvar-h referido a valores secundarios (medida indirecta); 1 000 impulsos / kWh (medida directa)
Comunicaciones	
Interfaz óptico	IEC-61107
COM 1	RS-232 / RS-485 / Ethernet / PLC (según tipo)
Protocolos	IEC-870-5-102, IEC-61107
Características constructivas	
Envoltorio	Según Norma DIN 43859
Peso	1,9 kg

CIRWATT C

Contador trifásico digital multifunción



Dimensiones

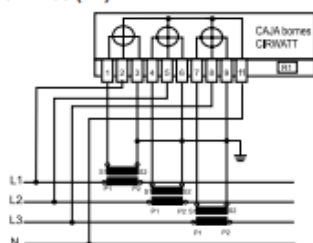


Normas

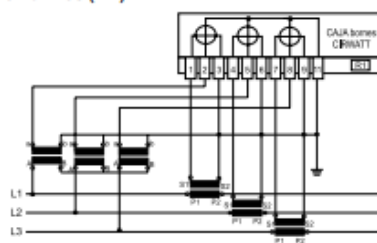
IEC 60687	Contadores estáticos de energía activa para C.A. de clase 0.5S, 0.2S
IEC 61036	Contadores estáticos de energía activa para C.A. clase 1
IEC 61268	Contadores estáticos de energía reactiva para C.A. de clase 1 y 2
EN-50081-1	Emisión residencial
EN-50082-2	Inmunidad industrial
EN 55022	Emisiones conducidas: Clase B / Emisiones radiadas: Clase B
EN 61000-4-6	Inmunidad a los campos de RF acoplados a los cables (modo común): 10 V
EN 61000-4-8	Inmunidad a los campos magnéticos a frecuencia de red: 30 A/m

Conexiones

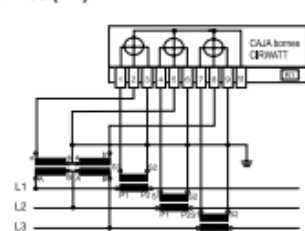
Conexión 3 / 4 hilos (BT)



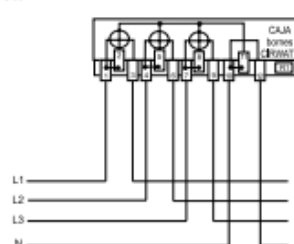
Conexión 3 hilos (MT)



Conexión 3 hilos (MT)



Medida directa



CIRWATT C

Contador trifásico digital multifunción

Referencias

Tipo consumidor	Clase (activa/reactiva)	Cuadranes	Rango medida V	Rango medida A	Entrada / Salida de relés	Entradas contaje	Comunicación COM1	Comunicación COM2	TIPO	Código
Estándar										
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	-	CIRWATT C 410-UD1C-10C0	Q1C521
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS485	-	CIRWATT C 410-UD1C-20C0	Q1C525
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	ETHERNET	-	CIRWATT C 410-UD1C-30C0	Q1C52D
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	RS232	CIRWATT C 410-UD1C-70C0	Q1C52W
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS485	RS485	CIRWATT C 410-UD1C-80C0	Q1C52U
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	RS485	CIRWATT C 410-UD1C-90C0	Q1C52T
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	ETHERNET	CIRWATT C 410-UD1C-A0C0	Q1C52V
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	-	CIRWATT C 410-UT5C-10C0	Q1C511
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS485	-	CIRWATT C 410-UT5C-20C0	Q1C515
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	ETHERNET	-	CIRWATT C 410-UT5C-30C0	Q1C51D
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	RS232	CIRWATT C 410-UT5C-70C0	Q1C51W
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS485	RS485	CIRWATT C 410-UT5C-80C0	Q1C51U
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	RS485	CIRWATT C 410-UT5C-90C0	Q1C51T
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	ETHERNET	CIRWATT C 410-UT5C-A0C0	Q1C51V
Aplicaciones - GENERACIÓN										
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	-	CIRWATT C 410-UD1C-10C1	Q1C421
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS485	-	CIRWATT C 410-UD1C-20C1	Q1C425
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	ETHERNET	-	CIRWATT C 410-UD1C-30C1	Q1C42D
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	RS232	CIRWATT C 410-UD1C-70C1	Q1C42W
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS485	RS485	CIRWATT C 410-UD1C-80C1	Q1C42U
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	RS485	CIRWATT C 410-UD1C-90C1	Q1C42T
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	ETHERNET	CIRWATT C 410-UD1C-A0C1	Q1C42V
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	-	CIRWATT C 410-UT5C-10C1	Q1C411
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS485	-	CIRWATT C 410-UT5C-20C1	Q1C415
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	ETHERNET	-	CIRWATT C 410-UT5C-30C1	Q1C41D
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	RS232	CIRWATT C 410-UT5C-70C1	Q1C41W
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS485	RS485	CIRWATT C 410-UT5C-80C1	Q1C41U
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	RS485	CIRWATT C 410-UT5C-90C1	Q1C41T
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	ETHERNET	CIRWATT C 410-UT5C-A0C1	Q1C41V
Entradas / Salidas										
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	4 / 3	Opto	RS232	-	CIRWATT C 410-UD1C-14C0	Q1C522
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	4 / 3	Rele	RS232	-	CIRWATT C 410-UD1C-15C0	Q1C523
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	4 / 3	Opto	RS485	-	CIRWATT C 410-UD1C-24C0	Q1C526
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	4 / 3	Rele	RS485	-	CIRWATT C 410-UD1C-25C0	Q1C527
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	4 / 3	Opto	RS232	-	CIRWATT C 410-UT5C-14C0	Q1C512
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	4 / 3	Rele	RS232	-	CIRWATT C 410-UT5C-15C0	Q1C513
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	4 / 3	Opto	RS485	-	CIRWATT C 410-UT5C-24C0	Q1C516
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	4 / 3	Rele	RS485	-	CIRWATT C 410-UT5C-25C0	Q1C517

ACCESORIOS PARA CPM3-D/E4/*-M-CS

Bases Portafusibles BUC

BASES PORTAFUSIBLES UNIPOLARES SECCIONABLES EN CARGA BUC

Composición:

- Zócalo de poliéster termoestable reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible según UNE 53.315/1 y clase térmica "F" según UNE 21.305.
- Piezas termoplásticas fabricadas en policarbonato y poliamidas. Materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21.305.
- Pinzas de contacto de cobre electrolítico SE-Cu 57 según DIN 178 con recubrimiento de plata.
- Barras conductoras de cobre electrolítico E-Cu 57 según DIN 1787 con recubrimiento de estaño.
- Elementos de conexión mediante tornillos de acero dicromatado o acero inoxidable fijados a la pletina.



Neutros Amovibles NH

Neutros amovibles para bases portafusibles tipo cuchilla y tipo lira. Para la conexión de las líneas de neutro o tierra.



Pantallas Separadoras

PANTALLAS SEPARADORAS

Fabricadas en material aislante, autoextinguible, según norma UNE 20 672/2-1. El montaje se realiza por presión sobre las bases portafusibles tipo cuchilla (NH).



Cuchillas de seccionamiento

CUCHILLAS DE SECCIONAMIENTO
Fabricadas en cobre electrolítico plateado



Placas de Montaje MAXIPOL

Placas de poliéster o metálicas, para la fijación de la aparamenta.



Placas Base Mecanizadas

Nota: En el caso que se deseen de policarbonato hay disponibles las siguientes referencias 0926415-ST, 0926416-ST y 0926417-ST.



Puertas MININTER V/H

- Utilización: para cajas modelos MININTER-H, MININTER-V y MINIMININTER.
- Material: poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035
- Clase térmica A, según UNE 21305
- Resistentes al calor anormal y al fuego (UNE 20 672/2-1)
- Resistentes a la intemperie, a la corrosión y a los impactos mecánicos
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida (opcionales en modelo MININTER-H)
- Cierre de tornillo triangular normalizado, de 11 mm de lado, imperdible y precintabl



Referencia	Designación	Tipo
0925341	P-MH	MININTER-H ciega
0925343	PMH/2M	MININTER-H 2 mirillas
0925345	P-MV	MININTER-V 1 mirilla

Puertas MAXINTER

- Utilización: para cajas modelo MAXINTER. Se pueden incorporar mirillas opcionales.
- Material: poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035
- Clase térmica A, según UNE 21305
- Resistentes al calor anormal y al fuego (UNE 20 672/2-1)
- Resistentes a la intemperie, a la corrosión y a los impactos mecánicos
- Ventanillas opcionales para lectura de los aparatos de medida
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°
- Cierre de tornillo triangular normalizado, de 11 mm de lado, imperdible y precintable



Zócalos SUPERINTER

Zócalos fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035. Permiten la elevación de los armarios SUPERINTER en caso necesario. Varias medidas adaptables a los distintos modelos de armarios.



Prensaestopas (PG)

Prensaestopas (PG)

- Utilización: facilitan el paso y sujeción de tubos o cables a través de las envolventes
- Material: Poliamida color gris



Obturadores Pasacables

Obturadores Pasacables (CONOS)

- Utilización: facilitan el montaje en el paso de conductores o tubos a través de las envolventes
- Material: PVC color gris



Tornillos de Cierre

Tornillos de Cierre

- Utilización: cierre y fijación de las tapas de los módulos UNINTER. Imperdibles y precintables
- Material: poliamida gris



Tornillos Cierre UNINTER S33

Amplia gama de tornillos para la fijación de la tapa.

Tipo de accionamiento:

- Por destornillador
- Manual
- Triangular de poliéster
- Triangular metálico con muelle



Bridas de Conexión

Bridas de conexión para derivación o para conexión embarrados.

- Utilización: derivación de conductores de embarrados de cobre Ver siguiente tabla para elección de Modelos



INSTALACIÓN DE AMS (CGPM) EN JARDINES (J1, J2, J3, J4, J5 y J6)



INSTALACIÓN de AMS (CGPM) en EQUIPAMIENTO JUVENIL (EJ) y EQUIPAMIENTO SOCIAL (ES)



- **CMAP=Centro de Mando de Alumbrado Público.** Se utilizará para proteger y maniobrar los circuitos de alumbrado público. En el presente proyecto tendremos 3 centros de mando de 20 KW de potencia cada uno y que se designarán como:

CMAP 14 (AL1)-20 KW

CMAP 96 (AL2)-20 KW

CMAP 150 (AL3)-20 KW

Los CMAPs que utilizaremos en el presente proyecto serán el modelo **CAP-1210 (PLANO 60)** se ven en la siguiente figura:

CAP-1210

Armario de Alumbrado Público de medidas 1250 x 1000 x 300 mm e IP55. (El equipo se suministra VACÍO).

Abertura inferior.

Incorpora cerraduras de triple acción con llave normalizada. (Otros cierres bajo demanda)

Base de Poliéster Ref 0947007 para fijación (Opcional, ver tabla selección).

Con TMF 1 reducido de CAHORS Ref. 0236619 (Opcional, ver tabla selección)

Parte Izquierda del equipo, protección y medida del equipo:

- TMF1 Reducido Ref. 0236619 de CAHORS (opcional)

Parte Derecha:

- Se suministra totalmente vacía para alojar el cuadro de maniobra del alumbrado.



Características Técnicas

- Armarios fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035.
- Resistente al fuego s/n UNE EN 60 695-2-1/0
- Grado de protección contra polvo/agua IP55.
- Grado de protección impactos IK10
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Materiales no higroscópicos. Absorción de humedad prácticamente nula.
- Material autoextinguible, alta resistencia a la llamas, estable entre -18 a 150 °C.
- Bisagras interiores que toleran la apertura de la puerta 180°.
- Junta de estanquidad de poliuretano espumada.

Directivas y Normativas Técnicas

- Protección contra polvo/agua IP s/n UNE 20 324
- Protección contra impactos IK s/n UNE EN 50 102
- Clase Térmica s/n UNE 21 305
- Resistencia al calor o fuego s/n UNE EN 60 695-2-1/0
- Doble Aislamiento s/n IEC 60439-1
- Directiva Material Eléctrico (B.T.) 73/23/CEE Modificación Directiva (73/23/ CEE) 93/68/CEE
- Directiva compatibilidad electromagnética 89/336 CEE Modificación Directiva (89/336/ CEE) 92/31 CEE Modificación Directiva (89/336/ CEE) 93/98 CEE

Referencia	Designación	Descripción	Dimensiones (mm)
0472079-TJI	CAP 1210	Cuadro Vacío	1250 x 1000 x 300
0472079-TJI-Z	CAP 1210 Z	Cuadro Vacío + Base de poliéster	1250 x 1000 x 300
0472079-TJI-Z-TMF1	CAP 1210 Z TMF1	Cuadro con TMF1 + Base de poliéster	1250 x 1000 x 300
0472079-TJI-TMF1	CAP 1210 TMF1	Cuadro con TMF1	1250 x 1000 x 300

*Si se quiere instalar Contador Directo, añadir -C a la referencia



Para el ahorro de energía y hacer que las luminarias trabajen con menos intensidad de luz durante el atardecer y amanecer podemos incorporar aparte un sistema dimerizado (para regular la intensidad de la luz de las luminarias de alumbrado público) que es un armario aparte que se instala al lado del centro de mando principal y se llama sistema VARILUX. También si el espacio del armario principal CMAP permite instalar todos los componentes del sistema VARILUX los instalaremos dentro del armario principal (que es los que supondremos para la ejecución en el proyecto).

Varilux

Equipos de reducción de potencia - Instalación en Cabecera - para el mercado de Alumbrado Público.

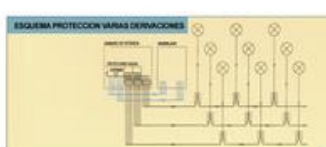
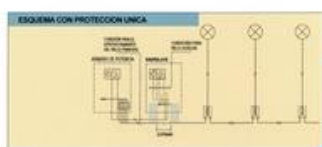
Sus características permiten:

- Ahorro en Energía
- Ahorro en la compra
- Ahorro en la instalación
- Ahorro en el mantenimiento
- Ahorro en la vida de las lámparas.

El sistema Varilux se suministra normalmente sin reloj, lleva incorporados los bornes para poder utilizar ya sea un contacto programable del reloj principal, ya sea incorporando en el armario un reloj auxiliar.

Envoltorio metálico pintado con resina poliéster-epoxi (se puede suministrar en Poliéster)

Tensión de Salida, seleccionable mediante conmutador: 200, 195, 190, 185, 180 y 175 voltios.



Referencia	Designación	Descripción	KVA
051130 / 050130*	WM15T-1 / WM15T-0*	230/400V 15A	10
051330 / 050330*	WM30T-1 / WM30T-0*	230/400V 30A	20
051430 / 050430*	WM45T-1 / WM45T-0*	230/400V 45A	30
051630 / 050630*	WM60T-1 / WM60T-0*	230/400V 60A	40
051030 / 050030*	WM00T-1 / WM00T-0*	230/400V 100A	66
051110 / 050110*	WM15M-1 / WM15M-0*	220V 15A	3,5
051310 / 050310*	WM30M-1 / WM30M-0*	220V 30A	6,5
051410 / 050410*	WM45M-1 / WM45M-0*	220V 45A	10
051610 / 050610*	WM60M-1 / WM60M-0*	220V 60A	13
050010 / 050010*	WM00M-1 / WM00M-0*	220V 100A	22

Todos los equipos Varilux se pueden suministrar con Armario o Sin Armario, en la tabla se contemplan las dos posibilidades, las referencias que tengan (*), son equipos sin Armario.

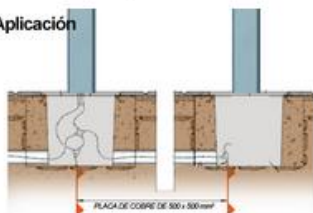
También nos propone el fabricante conectar a tierra los centros de mando y los postes metálicos de las farolas mediante la placa de cobre que ha sido diseñada por el fabricante para eso:

Placa de Tierras

Características:

- Placa especialmente diseñada para la conexión del cableado de puesta a tierra de los centros de mando y luminarias de alumbrado público.
- Instalación subterránea.
- Material: cobre o acero galvanizado.
- Medida placa: 500 x 500 mm.
- Suministro con guardacabos de acero inoxidable para la conexión.

Aplicación



Accesorios



Referencia	Descripción	Medidas (mm)
0976640	Placa Toma Tierra Cu	500 x 500
0976640-GA	Placa Toma Tierra Galvanizada	500 x 500
0926605	Sales Minerales (5 Kg)	no aplica
0926606	Lowpat Líquido (25Kg)	no aplica

Las sales Minerales y el líquido Lowpat son precisos y necesarios para aumentar la conductividad de la puesta a tierra mediante las placas de Cu o Galvanizadas.

En cambio, para la ejecución del presente proyecto hemos usado una puesta a tierra mediante una pica de acero galvanizado de diámetro 1,8 cm y longitud 1,5 metros (**PLANO 60**) igual que en el caso de los CGPs y CGPMs. En caso de medir la resistencia de puesta a tierra y ser insuficiente podríamos utilizar las sales minerales y el líquido Lowpat para aumentar la conductividad del terreno. Si con estas medidas tampoco resulta suficiente usaríamos la solución que nos propone el fabricante, es decir, usaríamos la placa de cobre, sales minerales y líquido Lowpat.

Los complementos y accesorios para el centro de mando serían los siguientes:

Complementos

Complementos y accesorios para las cajas de conexión y protección para luminarias (Serie DF21/2).

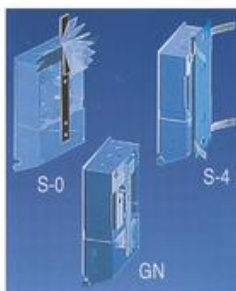
Elementos de Protección: Fusibles de 2A, 4A, 6A y 10A de protección.

Neutro no extraíble 10 x 38.

Entrada de Cables: TN-2 y TN-4, entrada normal TA-2, entrada ampliada (botella)

Soportes: S-0, Hierro maleable plastificado S-4,

Fijación en postes GN, Gancho acero galvanizado.



Referencia	Designación	Descripción	Utilización en Cajas
0019506	F-06	Fusible 10 x 38 6A	DF20/0 - DF21/2 - DF21/4
0019590	N-20	Puente de neutro	DF20/0 - DF21/2 - DF21/4
0019001	S-0	Gancho acero plastificado	DF20/0 - DF21/2 - DF21/4
0019021	S-4	Fijación Poste	DF21/2 - DF21/4
0019103	CE-00	Cono entrada cables	DF20/0
0019102	CS-00	Cono salida cables	DF20/0
0019101	C-18	Cono paso cables	DF21/2 - DF21/4
0019124	TA-2	Botella entrada cables	DF21/2
0019122	TA-4	Botella entrada cables	DF21/4
0019123	TN-2	Placa de cierre	DF21/2
0019121	TN-4	Placa de cierre	DF21/4
0019026	GN	Gancho Suspensión	DF20/0 - DF21/2 - DF21/4

A parte de eso el centro de mando llevará 3 bases portafusibles tipo BUC, 3 fusibles de calibre 50 A o 63 A, neutro seccionables, un contador trifásico el mismo que utilizamos para el armario de medida y seccionamiento (AMS-CGPM) y todos los accesorios básico que mencionamos para las CGPs, CGPMs y AMS-CGPMs.

ACCESORIOS PARA CAP-1210

Bases Portafusibles BUC

BASES PORTAFUSIBLES UNIPOLARES SECCIONABLES EN CARGA BUC

Composición:

- Zócalo de poliéster termoestable reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible según UNE 53.315/1 y clase térmica "F" según UNE 21.305.
- Piezas termoplásticas fabricadas en policarbonato y poliamidas. Materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21.305.
- Pinzas de contacto de cobre electrolítico SE-Cu 57 según DIN 178 con recubrimiento de plata.
- Barras conductoras de cobre electrolítico E-Cu 57 según DIN 1787 con recubrimiento de estaño.
- Elementos de conexión mediante tornillos de acero dicromatado o acero inoxidable fijados a la pletina.



Neutros Amovibles NH

Neutros amovibles para bases portafusibles tipo cuchilla y tipo lira. Para la conexión de las líneas de neutro o tierra.



Pantallas Separadoras

PANTALLAS SEPARADORAS

Fabricadas en material aislante, autoextinguible, según norma UNE 20 672/2-1
El montaje se realiza por presión sobre las bases portafusibles tipo cuchilla (NH)



Cuchillas de seccionamiento

CUCHILLAS DE SECCIONAMIENTO

Fabricadas en cobre electrolítico plateado



Placas de Montaje MAXIPOL

Placas de poliéster o metálicas, para la fijación de la aparamenta.



Placas Base Mecanizadas

Nota: En el caso que se deseen de policarbonato hay disponibles las siguientes referencias 0926415-ST, 0926416-ST y 0926417-ST.



Zócalos SUPERINTER

Zócalos fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035
Permiten la elevación de los armarios SUPERINTER en caso necesario. Varias medidas adaptables a los distintos modelos de armarios.



Prensaestopas (PG)

Prensaestopas (PG)

- Utilización: facilitan el paso y sujeción de tubos o cables a través de las envolventes
- Material: Poliamida color gris



Obturadores Pasacables

Obturadores Pasacables (CONOS)

- Utilización: facilitan el montaje en el paso de conductores o tubos a través de las envolventes
- Material: PVC color gris



Tornillos de Cierre

Tornillos de Cierre

- Utilización: cierre y fijación de las tapas de los módulos UNINTER. Imperdibles y precintables
- Material: poliamida gris



Tornillos Cierre UNINTER S33

Amplia gama de tornillos para la fijación de la tapa.

Tipo de accionamiento:

- Por destornillador
- Manual
- Triangular de poliéster
- Triangular metálico con muelle



Bridas de Conexión

Bridas de conexión para derivación o para conexión embarrados.

- Utilización: derivación de conductores de embarrados de cobre Ver siguiente tabla para elección de Modelos



CONTADOR TRIFÁSICO PARA CAP-1210

CIRWATT C

Contador trifásico digital multifunción



Descripción

Contador trifásico digital multifunción de 2 ó 4 cuadrantes, con precisión 1 en activa y 2 en reactiva, medida directa o indirecta, con la posibilidad de programar hasta 3 contratos.

Atendiendo a las demandas y necesidades del mercado eléctrico, CIRCUTOR ha decidido incluir 2 puertos de comunicaciones (bajo pedido), respetando los protocolos de comunicación IEC y MODBUS, y apuesta por la tecnología del futuro adaptando una gama de contadores tipo C al nuevo sistema de comunicaciones, PLC.

En el display principal de reposo aparecen los siguientes indicadores visuales:

- Sentido de la energía
- Reactiva capacitiva / reactiva
- Cuadrante en el que está trabajando
- Las fases activadas y su sentido
- Tarifa activa por contrato

El contador también dispone de 3 alarmas que indican el estado del contador o de la instalación: crítica, no crítica y de batería.

Aplicación

El CIRWATT C es idóneo para suministros de BT y de MT hasta los 450 kW.

Contador especial 4 cuadrantes para las plantas fotovoltaicas, con un sinfín de posibilidades en cuanto a las comunicaciones.

Características

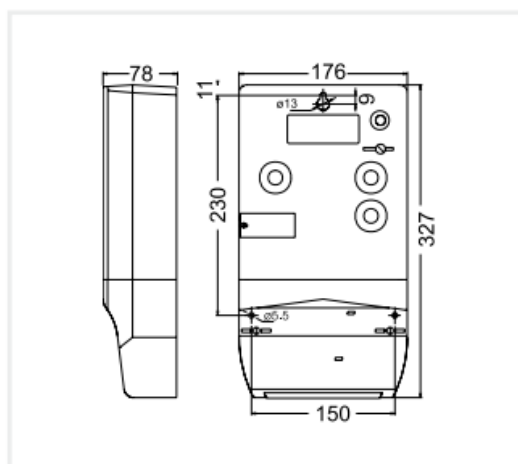
Circuito de alimentación	Autoalimentado
Tensión nominal	Multirango desde 3x57,7/100 V hasta 3x230/400 V c.a.
Tolerancia	± 20 %
Consumo	< 2 W / 10 V-A
Frecuencia	50 ... 60 Hz
Temperatura de trabajo	- 20 °C ... + 60 °C
Circuito de medida	
Conexión	3 ó 4 hilos en el mismo equipo
Tensiones de referencia	Multirango desde 3x57,7/100 V hasta 3x230/400 V c.a.
Frecuencia	50 ... 60 Hz
Circuito de corriente	
Corrientes nominal de base	.../5 ó .../1 A (medida indirecta); 10 A (medida directa)
Corriente máxima	10 ó 2 A (2 x I _b) (medida indirecta); 100 A (10 x I _b) (medida directa)
Precisión	
Energía Activa	Clase 1 (IEC 61036)
Energía Reactiva	Clase 1 (IEC 61268)
Memoria de datos	FLASH (memoria no volátil)
Capacidad	Eventos: 512 registros / Cierres de facturación: 64 / Curva de carga: 213 días / 2ª curva de carga programable: 5.120 registros
Batería mantenimiento reloj	Litio
Vida	10 años (50 % carga)
Funcionamiento sin batería ni tensión	Máximo 24 horas
Reloj	
Tipo	Oscilador de cuarzo / sincronismo de red (seleccionable por programador)
Deriva oscilador de cuarzo	< 0,5 s por día a 25 °C
Entradas digitales (bajo demanda)	4 entradas (50...300 V c.a.)
Salidas digitales (bajo demanda)	3 salidas relé mecánico (hasta 400 V c.a.) optoMOS
Salida de LED de verificación	
Cadencia	20 000 impulsos / kWh ó kvarh referido a valores secundarios (medida indirecta); 1 000 impulsos / kWh (medida directa)
Comunicaciones	
Interfaz óptico	IEC-61107
COM 1	RS-232 / RS-485 / Ethernet / PLC (según tipo)
Protocolos	IEC-870-5-102, IEC-61107
Características constructivas	
Envoltorio	Según Norma DIN 43859
Peso	1,9 kg

CIRWATT C

Contador trifásico digital multifunción



Dimensiones

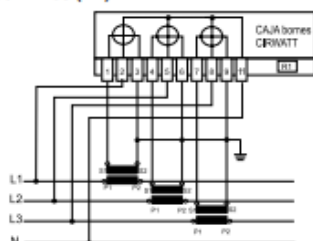


Normas

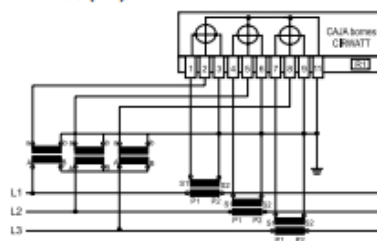
IEC 60687	Contadores estáticos de energía activa para C.A. de clase 0.5S, 0.2S
IEC 61036	Contadores estáticos de energía activa para C.A. clase 1
IEC 61268	Contadores estáticos de energía reactiva para C.A. de clase 1 y 2
EN-50081-1	Emisión residencial
EN-50082-2	Inmunidad industrial
EN 55022	Emisiones conducidas: Clase B / Emisiones radiadas: Clase B
EN 61000-4-6	Inmunidad a los campos de RF acoplados a los cables (modo común): 10 V
EN 61000-4-8	Inmunidad a los campos magnéticos a frecuencia de red: 30 A/m

Conexiones

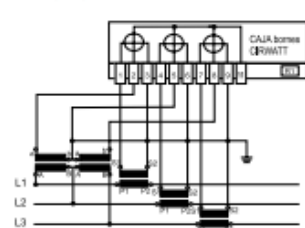
Conexión 3 / 4 hilos (BT)



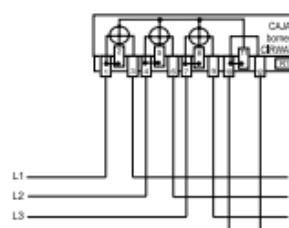
Conexión 3 hilos (MT)



Conexión 3 hilos (MT)



Medida directa



CIRWATT C

Contador trifásico digital multifunción

Referencias

Tipo consumidor	Clase (activa/reactiva)	Cuadranes	Rango medida V	Rango medida A	Entrada / Salida de relés	Entradas contaje	Comunicación COM1	Comunicación COM2	TIPO	Código
Estándar										
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	-	CIRWATT C 410-UD1C-10C0	Q1C521
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS485	-	CIRWATT C 410-UD1C-20C0	Q1C525
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	ETHERNET	-	CIRWATT C 410-UD1C-30C0	Q1C52D
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	RS232	CIRWATT C 410-UD1C-70C0	Q1C52W
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS485	RS485	CIRWATT C 410-UD1C-80C0	Q1C52U
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	RS485	CIRWATT C 410-UD1C-90C0	Q1C52T
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	ETHERNET	CIRWATT C 410-UD1C-A0C0	Q1C52V
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	-	CIRWATT C 410-UT5C-10C0	Q1C511
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS485	-	CIRWATT C 410-UT5C-20C0	Q1C515
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	ETHERNET	-	CIRWATT C 410-UT5C-30C0	Q1C51D
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	RS232	CIRWATT C 410-UT5C-70C0	Q1C51W
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS485	RS485	CIRWATT C 410-UT5C-80C0	Q1C51U
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	RS485	CIRWATT C 410-UT5C-90C0	Q1C51T
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	ETHERNET	CIRWATT C 410-UT5C-A0C0	Q1C51V
Aplicaciones - GENERACIÓN										
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	-	CIRWATT C 410-UD1C-10C1	Q1C421
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS485	-	CIRWATT C 410-UD1C-20C1	Q1C425
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	ETHERNET	-	CIRWATT C 410-UD1C-30C1	Q1C42D
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	RS232	CIRWATT C 410-UD1C-70C1	Q1C42W
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS485	RS485	CIRWATT C 410-UD1C-80C1	Q1C42U
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	RS485	CIRWATT C 410-UD1C-90C1	Q1C42T
4	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	-	-	RS232	ETHERNET	CIRWATT C 410-UD1C-A0C1	Q1C42V
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	-	CIRWATT C 410-UT5C-10C1	Q1C411
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS485	-	CIRWATT C 410-UT5C-20C1	Q1C415
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	ETHERNET	-	CIRWATT C 410-UT5C-30C1	Q1C41D
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	RS232	CIRWATT C 410-UT5C-70C1	Q1C41W
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS485	RS485	CIRWATT C 410-UT5C-80C1	Q1C41U
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	RS485	CIRWATT C 410-UT5C-90C1	Q1C41T
3	1/2	4	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	-	-	RS232	ETHERNET	CIRWATT C 410-UT5C-A0C1	Q1C41V
Entradas / Salidas										
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	4 / 3	Opto	RS232	-	CIRWATT C 410-UD1C-14C0	Q1C522
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	4 / 3	Rele	RS232	-	CIRWATT C 410-UD1C-15C0	Q1C523
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	4 / 3	Opto	RS485	-	CIRWATT C 410-UD1C-24C0	Q1C526
4	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	10 (100)A	4 / 3	Rele	RS485	-	CIRWATT C 410-UD1C-25C0	Q1C527
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	4 / 3	Opto	RS232	-	CIRWATT C 410-UT5C-14C0	Q1C512
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	4 / 3	Rele	RS232	-	CIRWATT C 410-UT5C-15C0	Q1C513
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	4 / 3	Opto	RS485	-	CIRWATT C 410-UT5C-24C0	Q1C516
3	1/2	2	3x57/110 V a 3x230/400 V	.../5A	4 / 3	Rele	RS485	-	CIRWATT C 410-UT5C-25C0	Q1C517

INSTALACIÓN DEL CENTRO DE MANDO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN UN JARDÍN



1.9.2.3 Zanjas y Sistemas de Enterramiento

Las canalizaciones de BT se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitara los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberá tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que pueden soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección. En la etapa de proyecto deberá contactarse con las empresas de servicio público y con las posibles propietarias de servicios para conocer la posición de sus instalaciones de saneamiento, gas, red de agua y alcantarillado en la zona afectada. Una vez conocidas, antes de proceder a la apertura de las zanjas, la empresa instaladora abrirá calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Los cables podrán instalarse en las formas que se indican a continuación.

Directamente enterrados (bajo acera peatonal)

La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 70 cm en acera o tierra.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, estas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. En general, la anchura mínima de una zanja

para el tendido de cables de BT directamente enterrados será de 35 cm. La profundidad total de la zanja no será inferior a 90 centímetros.

Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena del río o material de características equivalentes de espesor mínimo 10 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena del río o material con características equivalentes. El espesor total de arena para el asiento de cables no será inferior a 25-30 cm. Posteriormente la zanja se rellenará con zahorras compactadas o con tierras de la propia excavación. Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización colocada a unos 10 cm de profundidad que advierta la existencia del cable eléctrico de BT. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización. **Ver Planos 30-43.**

En canalización entubada (cruzamientos bajo calzada)

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 70 centímetros en calzada o tierra. La anchura mínima de la zanja será de 45 cm. La profundidad de la zanja será como mínimo de 1,0 metro.

Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a una vez y media del diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito (terna de cables del mismo circuito) en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalara más de un circuito por tubo.

Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Antes del tendido se eliminara de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón. Se evitara, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalaran arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro cada 40 metros en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos. En los cruces de carretera los tubos a la entrada y a la salida de cables deberán estar debidamente sellados con espuma de poliuretano. La canalización deberá tener una cinta de señalización colocada a 10 cm de profundidad de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

En el fondo de la zanja se colocará hormigón de planta H125 de espesor de 10 cm encima del cual se colocarán los tubos. Dichos tubos quedarán recubiertos con una capa de hormigón H125 de 10-15 cm de espesor. El espesor total de hormigón para el asiento de cables no será inferior a 40 cm. Posteriormente la zanja se rellenará con zahorras compactadas o tierras de la propia excavación. **Ver Planos 30-43.**

1.9.2.3.1 Sistemas de Señalización y Seguridad

- Disposición de canalización directamente enterrada (Ver PLANOS 30-43):

Como hemos dicho antes a una profundidad de 10 cm se colocará una cinta de señalización que advierta de la presencia de cables para las futuras aperturas de zanjas de los terceros. La cinta de señalización tendrá el siguiente aspecto:



Además tal y como dijimos en el apartado anterior a una distancia de unos 10 cm de la parte superior de los cables se colocarán por encima de los mismos una placa de protección mecánica de plástico (placa cubrecables) que debería aguantar un impacto de 20 J. Dicha placa tendrá el siguiente aspecto:

Placa Plen

Placa sin Halógenos para la protección de cables enterrados en zanjas



Características Técnicas

- Fabricadas conforme a la recomendación UNESA RU0206B.
- Color amarillo S0580-Y10R según norma UNE-48103.
- Placa exenta de Halógenos según norma UNE-EN 50267-2-2 (Emisión de gases ácidos).
- Exenta de metales pesados: Plomo.
- Homologadas por diversas compañías eléctricas (consultar).
- Aplicaciones: Protección y señalización de cables eléctricos enterrados.

Características de Etiquetado

Cada placa va marcada al menos con:

- Marca, tipo, señal de advertencia de Riesgo Eléctrico, rótulos: "ATENCIÓN: CABLES ELÉCTRICOS" y "LIBRE DE HALÓGENOS", norma aplicable, abreviatura del material constitutivo y fecha de fabricación.

- Disposición de canalización enterrada bajo tubos en cruces:

Como los cables irán instalados bajo tubos y hormigonados con un asiento de hormigón de 40 cm de espesor no será necesario instalar placas de protección de plástico para la protección mecánica de los cables. Los tubos de PVC de 160 mm de diámetro tendrán las siguientes características:

TUBO RECTO CORRUGADO

Como tubo para la canalización se emplearán tubos PVC 160 Ø corrugado de doble pared con interior liso de las siguientes características:

CARACTERÍSTICA	UNIDADES
Diámetro nominal	160 mm
D. nominal ext.	160 + 2,9-0 mm
IP	54
R. compresión	>450 N
R. impacto	N (Uso normal)
Norma fabricación	UNE-EN 50086-2-4

Los tubos irán hormigonados en todo su recorrido con hormigón de planta de H=125.

**AISCAN-DP
NORMAL (DBN)**

AISCAN DP Normal-Barras Tubo de pared múltiple (interior lisa y exterior corrugada) para canalizaciones enterradas



Características Técnicas

Según norma UNE-EN 61386-24

- Tipo: L (ligero).
- Propagador de la llama: Si
- Resistencia a la compresión: >450 N.
- Resistencia al impacto: Normal.
- Influencias externas: IP54
- Color naranja.
- En cada barra se suministra un manguito incorporado.



Además a una profundidad de 10 cm se colocará una cinta de señalización de cables igual que hemos puesto en el apartado anterior de cables directamente enterrados.



Ver Planos 30-43.

1.9.2.4 Puesta a Tierra y Continuidad del Neutro

El conductor de neutro de las redes subterráneas de BT de distribución pública se conectará a tierra en el Centro de Transformación mediante el electrodo de puesta a tierra de servicio, y también en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

La continuidad del conductor neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación:

- El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, por lo menos cada 200 m y en las Cajas Generales de Protección (CGPs), Cajas Generales de Protección y Medida (CGPMs), Armarios de Medida y Seccionamiento (AMSS-CGPMs) y en todos los Centros de Mando de Alumbrado Público (CMAPs) consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borde del neutro mediante conductor aislado de 50 mm² de CU, como mínimo. **PLANOS 57-58-59-60**

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por uno de los dispositivos siguientes:

- Interruptor o seccionador que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases, o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
- Unión inmóvil en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que solo pueden ser accionadas mediante herramientas especiales, no debiendo ser seccionado el neutro sin haber sido antes las fases, ni conectas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

1.9.3 Centro de Transformación y Reparto CTR-10 (PFU-5)

1.9.3.1 Breve Descripción de la Instalación

El Centro de Transformación y Reparto CTR-10 (PFU-5) se ubicará en la parte oeste del polígono residencial en la acera que separa la carretera convencional RM-F35 con el propio polígono. Su función es recibir la energía eléctrica de la acometida general subterránea de MT procedente del entronque aéreo-subterráneo y mediante celdas de media tensión repartir la energía eléctrica entre el anillo de MT, acometida hacia el abonado de MT (CT del Centro Comercial) y el propio transformador ubicado en el centro de reparto. Todo el material eléctrico interior y el edificio prefabricado de hormigón serán suministrados por el fabricante ORMAZABAL.

1.9.3.2 Obra Civil

Antes de instalar el Centro de Transformación y reparto CTR-10 (PFU-5) primero deberíamos excavar (preparar) el **foso** para su ubicación mediante medios mecánicos.

PREPARACIÓN DEL TERRENO

Dimensiones de la Excavación

Para su ejecución, se recomienda tener en cuenta las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Real Decreto 1627/1997 de 24.10 (Mº presidencia, BOE 25.10.1997). Entre otras:

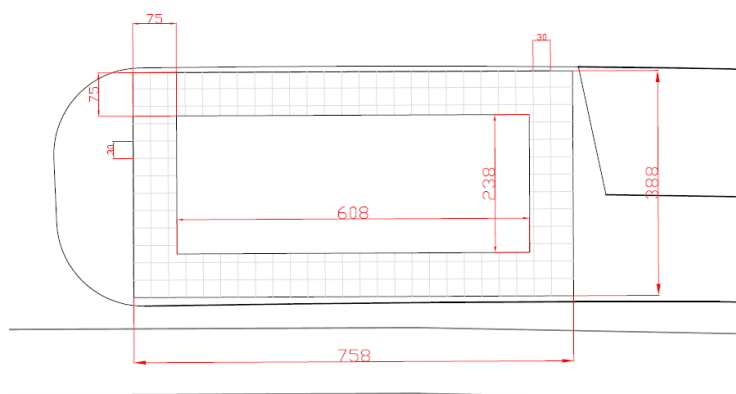
- Antes de iniciar la apertura, realizar un estudio previo del terreno con objeto de conocer su estabilidad y la posible existencia de conducciones.
- Evitar la acumulación del material excavado y equipos junto al borde de la excavación, tomándose las precauciones que impidan el derrumbamiento de las paredes y la caída al fondo de dichos materiales.
- Como norma general, mantener alrededor de la excavación una zona igual a 3000 mm libre de cargas y de circulación de vehículos.
- En caso de lluvias y encharcamientos revisar minuciosa y detalladamente la excavación por un técnico competente antes de reanudar las obras. Efectuar el achique inmediato de las aguas que afloran o caigan en el interior de la excavación para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- No deben instalarse en el interior de la excavación máquinas accionadas por motores de explosión que generen gases como el CO, a no ser que se utilicen los equipos necesarios para su extracción.
- Los operarios que trabajen en el interior de la excavación deben estar debidamente formados e informados y provistos de casco de seguridad y de las prendas de protección necesarias para cada riesgo específico.



Después se introducirá dentro del foso arena de nivelación y se construirá alrededor del foso acera perimetral de hormigón dentro de la cual se construirá un mallazo electrosoldado de redondos de acero de diámetro 4 mm formando una retícula de 30x30 cm. De esta manera se formará una superficie equipotencial alrededor del CTR para proteger de los efectos peligrosos de la tensión de paso y de contacto. Se dejará un terminal de dicho mallazo al aire para poder conectarlo a la red de tierras de protección del centro de transformación y reparto. También se construirá la red de tierras de protección y de servicio según el **PLANO 49** y también se dejarán los terminales de dichas redes de tierras al aire para poder conectarlos al punto correspondiente del edificio del centro de reparto. La imagen del foso preparado para montaje del edificio PFU-5 con dimensiones de excavación 7580x3880x560 mm se ven en la siguiente figura:



La vista en planta de la losa de hormigón junto con el mallazo dentro de la losa y sus dimensiones se ve en la siguiente imagen:



Posteriormente se introducirá al centro de transformación PFU-5 dentro del foso mediante elevación por medios mecánicos (Grúa).

Para el transporte del Centro de Transformación PFU, se recomienda el uso de camión – góndola articulado, para evitar roturas por asientos diferenciales, con una altura de plataforma inferior a 900 mm.

Se debe prever con antelación la obtención de la Autorización Genérica de Transportes Especiales de altura hasta 4500 mm y peso total 45 t (tara + carga). El peso del vehículo, no sobrepasará las 13 t en el caso de transportes de PFU-7 (32 t).



MANIPULACION DEL CUERPO

El Centro de Transformación PFU dispone de unos insertos DEHA que permiten su correcta manipulación mediante un balancín (ref. 395204-06), eslingas y enganchadores adecuados con el objeto de garantizar un izado lo más equilibrado posible.

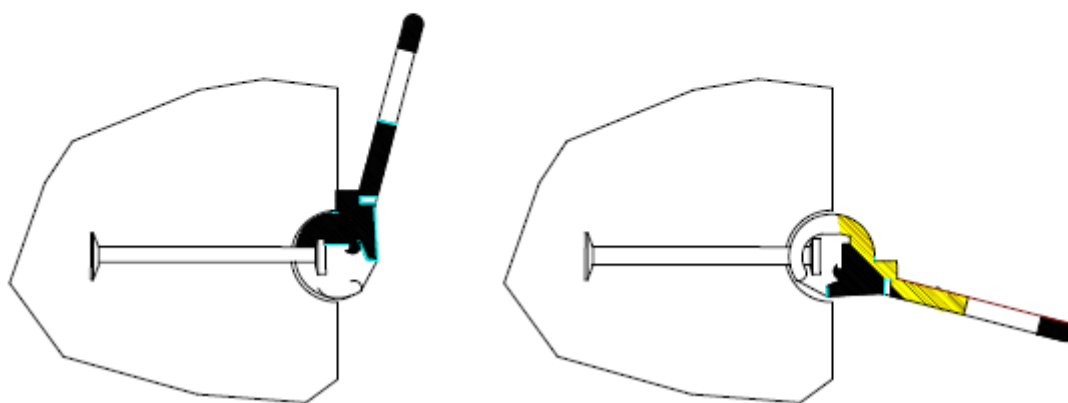
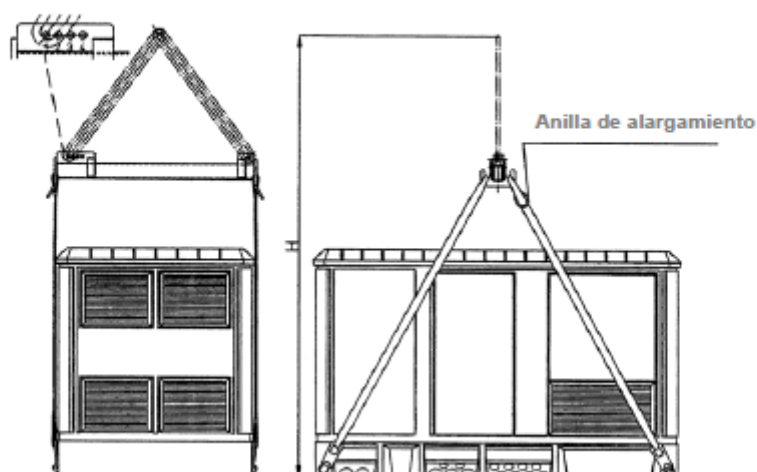


Figura 3.10: Forma correcta de acoplamiento enganchadores DEHA



Y finalmente se conectarán los circuitos de MT y BT al centro de transformación y reparto que irán instalados en tubos de PVC de diámetro 160 mm que saldrán de los orificios para cables situados en la parte inferior del edificio PFU-5. (**PLANO 47**).

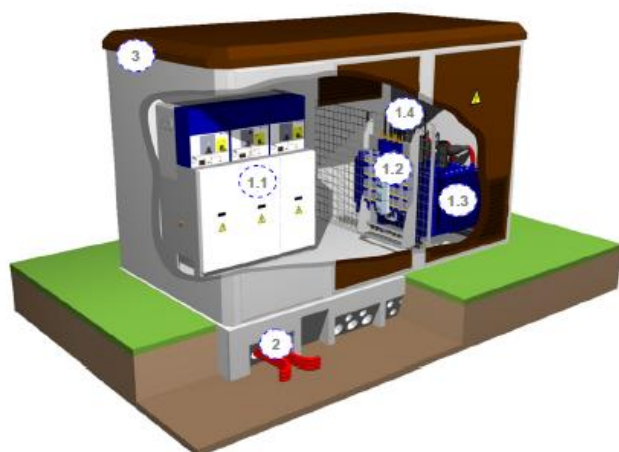


Figura 1.1: Elementos principales de PFU

1. Equipo Eléctrico Interior
 - 1.1. Aparato de MT
 - 1.2. Cuadro de Baja Tensión
 - 1.3. Transformador de potencia
 - 1.4. Puentes de cables
2. Acceso de cables
3. Edificio Prefabricado de Hormigón

Para terminar se sellará el orificio restante con hormigón y se cubrirá la zona con pavimento. Tras finalizar el sellado se realizarán las comprobaciones pertinentes y se dejará la instalación puesta en servicio.

1.9.3.3 Características de los Materiales de Edificio PFU-5

A continuación se describirán todas las partes de las que se compone la envolvente PFU-5 para el centro de transformación y reparto CTR-10:

EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN

Compuesto de:

- Envolvente prefabricada monobloque de hormigón.
- Cubierta amovible prefabricada de hormigón.
- Puertas de acceso al equipo eléctrico de dimensiones 900 x 2100 mm (24 kV) y 1100 x 2100 mm (36 kV), abatible 180° sobre el parámetro exterior, abisagrada, dotada de cerradura con dos puntos de anclaje y varilla de sujeción contra cierres intempestivos.
- Puerta de acceso al transformador de 1260 x 2100 mm.
- Rejillas de entrada de aire para ventilación natural.
- Orificios de entrada y salida de cables en la parte frontal y posterior inferior de la envolvente.
- Foso colector de recogida de aceite y lecho de guijarros cortafuegos.
- Un orificio, por encima de la cota 0 en la pared frontal, de diámetro 140 mm, para la entrada de una acometida auxiliar de BT.
- Dos Cajas de Seccionamiento de tierra de protección (herrajes) y de servicio (neutro), situadas en el lado interior izquierdo y derecho de la pared frontal respectivamente.
- Alumbrado y servicios auxiliares.



Figura 1.2: Edificio prefabricado de hormigón

Descripción:

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm^2 .

Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

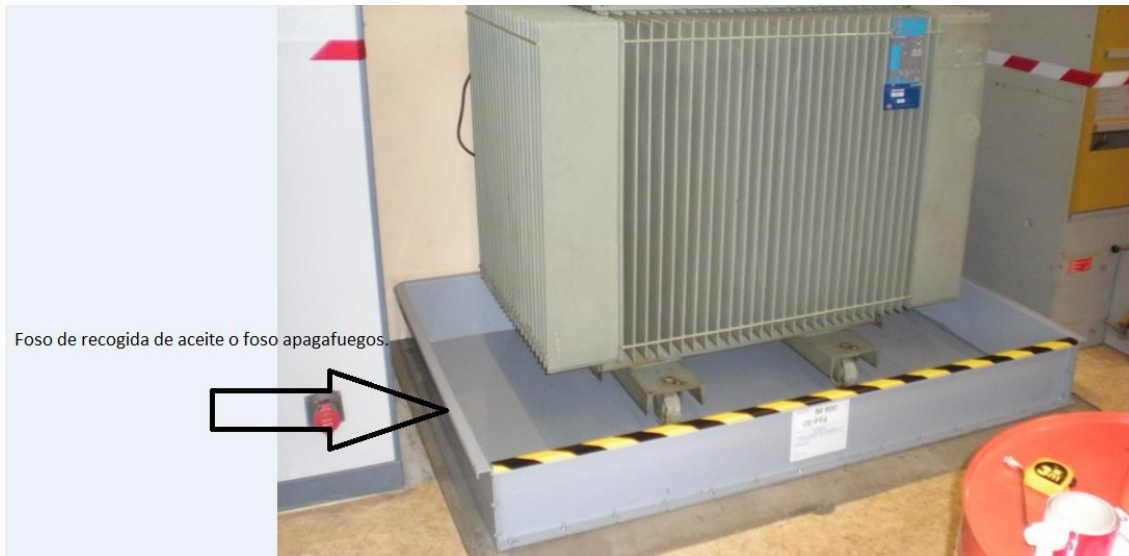
Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas de la red de puesta a tierra de protección interior y el posterior conexión con la red de tierras de protección exterior. Y también tiene orificios semiperforados practicables para la salida de la red de puesta a tierra de servicio.



Figura 1.2: Edificio prefabricado de hormigón

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame dispone de un foso apagafuegos y dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.



Placa Piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación y Reparto. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y Reparto. Se complementa cada rejilla interior con una malla mosquitera.

Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado, para realizar las tareas de mantenimiento y maniobra, conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

1.9.3.4 Características Geométricas del PFU-5

Nº Transformadores	1
Nº de celdas de reserva	1
Tipo de ventilación	ONAN
Puertas de Acceso peatonal	2

DIMENSIONES EXTERIORES	
LONGITUD	6080 mm
FONDO	2380 mm
ALTURA	3045 mm
ALTURA VISTA	2585 mm
PESO	17460 kg

DIMENSIONES INTERIORES	
LONGITUD	5900 mm
FONDO	2200 mm
ALTURA	2355 mm

DIMENSIONES DE EXCAVACIÓN	
LONGITUD	7580 mm
FONDO	3880 mm
PROFUNDIDAD	560 mm

1.9.3.5 Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación y Reparto es del tipo subterráneo que procede del entronque A/S (y que a su vez procede de la subestación transformadora), con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12 de 12/20 KV, y una frecuencia de 50 Hz.

La compañía suministradora Iberdrola nos ha facilitado los datos correspondientes a la potencia de cortocircuito en el punto de entronque A/S, esta potencia es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 KA eficaces.

1.9.3.6 Características de la Aparamenta de Media Tensión

La aparamenta de media tensión la constituyen las celdas de media tensión que hacen la función de embarrado de distribución de media tensión (**PLANO 45**).

Los tipos de celdas de MT utilizadas en el presente proyecto ubicadas en el Centro de Transformación y Reparto CTR10-PFU-5 serán las **CGMCOSMOS de tipo modular**. En el PLANO 45 vemos el esquema unifilar del presente centro de transformación y reparto. Los tipos de celdas que vamos a tener son:

- 5 Celdas de Línea **CGM-CML** (Entrada de Acometida General de MT, Celda de Línea de Reserva, Celda de Acometida del Abonado en MT y 2 Celdas de Línea para las Salidas del Anillo en MT). Además vamos a sustituir en las celda de línea de reserva, celda de línea de acometida hacia el abonado de MT y las dos celdas de línea que alimentan el anillo de MT los seccionadores por fusibles limitadores de corriente que protegerán la acometida hacia el abonado de MT y el anillo de MT contra los cortocircuitos que podrían producirse en la red y así poder desconectar la parte de la instalación afectada. Dichas celdas las designaremos en el **Plano 45** como **CGMCOSMOS-2LP** puesto que cumplen doble función: Alimentan la Línea (L) y Protegen la Línea que Alimentan (P). La celda de Acometida General de MT la designaremos como **CGMCOSMOS-L** puesto que no llevará fusibles.
- 1 Celda de Seccionamiento o también llamada de Interruptor Pasante **CGM-CMIP**. Sirve para seccionar y desconectar la parte de la red perteneciente a la compañía Iberdrola (anillo MT) y la parte que pertenece al abonado de MT (centro comercial). Se designará con segundo nombre **CGMCOSMOS-S**.
- 1 Celda de Protección del Transformador **CGM-CMP-F**. Protege al transformador ubicado en el Centro de Transformación y Reparto CTR-10 (PFU-5) mediante fusibles limitadores de corriente. Se designará también con segundo nombre genérico **CGMCOSMOS-P**.

A continuación procederemos a describir las características generales de las celdas **CGMCOSMOS** modulares.

El Sistema de Celdas de Media Tensión Modulares CGMCOSMOS tienen una envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

Construcción

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

Tres Divisores capacitivos de 24 kV. Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito. Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

Seguridad

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta a tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados. Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad

Equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
 - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
 - cuba: IK 09 según EN 5010

Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

Características eléctricas

Las características eléctricas de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 50 kV
a la distancia de seccionamiento: 60 kV
- Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases: 125 kV
a la distancia de seccionamiento: 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Las descripciones del fabricante ORMAZABAL de sus propias celdas CGM se ven en las siguientes diapositivas:

Sistema CGM - Celdas Modulares

DESCRIPCIÓN GENERAL

Las celdas **CGM** forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para Media Tensión, con una función específica por cada módulo o celda. Cada función dispone de su propia envolvente metálica que alberga una cuba llena de gas SF₆, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

La prefabricación de estos elementos, y los ensayos realizados sobre cada celda fabricada, garantizan su funcionamiento en diversas condiciones de temperatura y presión. Su aislamiento integral en SF₆ les permite resistir en perfecto estado la polución e incluso la eventual inundación del Centro de Transformación, y reduce la necesidad de mantenimiento, contribuyendo a minimizar los costes de explotación.

El conexionado entre los diversos módulos, realizado mediante un sistema patentado, es simple y fiable, y permite configurar diferentes esquemas para los Centros de Transformación con uno o varios transformadores, seccionamiento, medida, etc. La conexión de los cables de acometida y del transformador es igualmente rápida y segura.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

El sistema **CGM**, diseñado para trabajar en redes de Media Tensión, dispone de versiones específicas para los niveles de tensión e intensidad indicados a continuación⁽¹⁾:

Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada [A]	400 y 630	400 y 630	400 y 630
Intensidad de corta duración [kA]	16 y 20	16 y 20	16 y 20

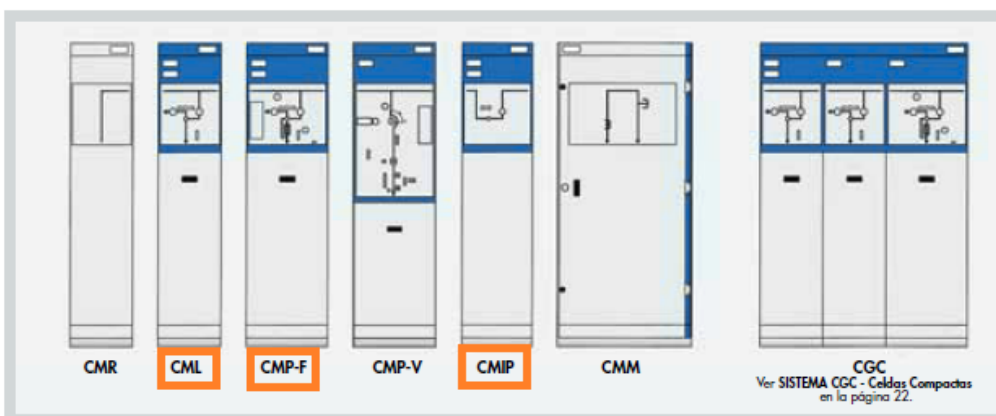
NORMAS APLICADAS

Este sistema de celdas ha sido diseñado para responder a los requisitos de las normas y de la Recomendación Unesa 6407B:

Normas:

UNE-EN 60056 CEI 60056
UNE-EN 60129 CEI 60129
UNE-EN 60255 CEI 60255
UNE-EN 60265-1 CEI 60265-1

UNE-EN 60298 CEI 60298
UNE-EN 60420 CEI 60420
UNE-EN 60694 CEI 60694
UNE-EN 61000-4 CEI 61000-4









(1) Según tipo de celda (→ CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS).

Sistema CGM - Celdas Modulares

FUNCIONES

TIPOS DE FUNCIONES

El sistema CGM ofrece al usuario las siguientes funciones unitarias modulares:

ESQUEMA	Denominación	Descripción
	CML (Celda de Línea)	Dotada con un interruptor-seccionador de tres posiciones (en lo sucesivo interruptor), permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión.
	CMP-F (Celda de Protección con Fusibles)	Además de un interruptor igual al de la celda de línea, incluye la protección con fusibles, permitiendo su asociación o combinación con el interruptor (→ FUNCIONES DE PROTECCIÓN). Opcionalmente puede incorporar el sistema autónomo de protección RPTA .
	CMP-V (Celda de Interruptor Automático de corte en vacío)	Incluye un interruptor automático de corte en vacío y un seccionador de tres posiciones en serie con él. Está dotada del sistema autónomo de protección RPGM , que permite la realización de funciones de protección.
	CMIP (Celda de Interruptor Pasante)	Dispone de un interruptor en el embarrado de la celda, con objeto de permitir la interrupción en carga ⁽¹⁾ (separación en dos partes) del embarrado principal del Centro de Transformación. Opcionalmente se puede incluir un seccionador de puesta a tierra a uno u otro lado del embarrado.
	CMM (Celda de Medida)	Esta celda, de reducidas dimensiones, permite incluir en un bloque homogéneo con las otras funciones del sistema CGM los transformadores de medida de tensión e intensidad.
	CMR (Celda de Remonte)	Envoltorio metálica que protege el remonte de cables hacia el embarrado. Opcionalmente puede incorporar captadores de presencia de tensión.



DESIGNACIÓN

La designación de las celdas, para posteriores referencias, se realiza indicando el modelo - tensión (en el caso de 36 kV, debe entenderse que las características de aislamiento corresponden a Lista 2), así por ejemplo:

CGM-CML-24: Celda de línea de 24 kV.

CGM-CMP-F-36: Celda de protección con fusibles de 36 kV (Lista 2).

(1) Opcionalmente se dispone de un modelo con seccionador (sin capacidad de ruptura) denominado **CMSP**.

DESCRIPCIÓN DETALLADA



BASE Y FRENTE

La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base, que soporta todos los elementos que integran la celda. La altura y diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso.

La parte frontal está pintada e incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la misma y los accesos a los accionamientos del mando.

En la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

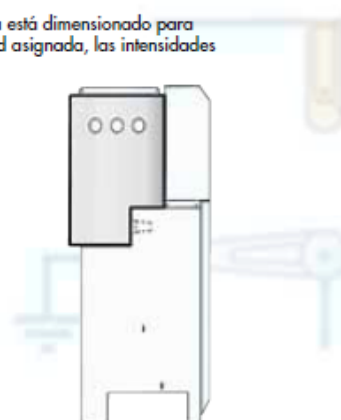


CUBA

La cuba, de acero inoxidable, contiene el interruptor, el embarrado y portafusibles, y el gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (salvo para celdas especiales usadas en instalaciones a más de 2000 metros de altitud).

El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda la vida útil de la celda, sin necesidad de reposición de gas. Para la comprobación de la presión en su interior, se puede incluir un manómetro visible desde el exterior de la celda.

La cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o la armadura del Centro de Transformación.



El embarrado incluido en la cuba está dimensionado para soportar, además de la intensidad asignada, las intensidades térmica y dinámica asignadas.



INTERRUPTOR / SECCIONADOR / SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA

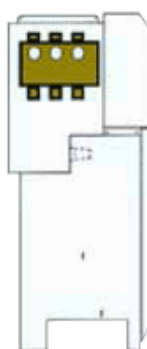
El interruptor disponible en el sistema **CGM** tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

Estos elementos son de maniobra independiente, de forma que su velocidad de actuación no depende de la velocidad de accionamiento del operario.

El corte de la corriente se produce en el paso del interruptor de conectado a seccionado, empleando la velocidad de las cuchillas y el soplado de SF₆.

El interruptor de la celda **CMIP** sólo tiene posiciones de conectado y seccionado.



Funcionamiento del interruptor.



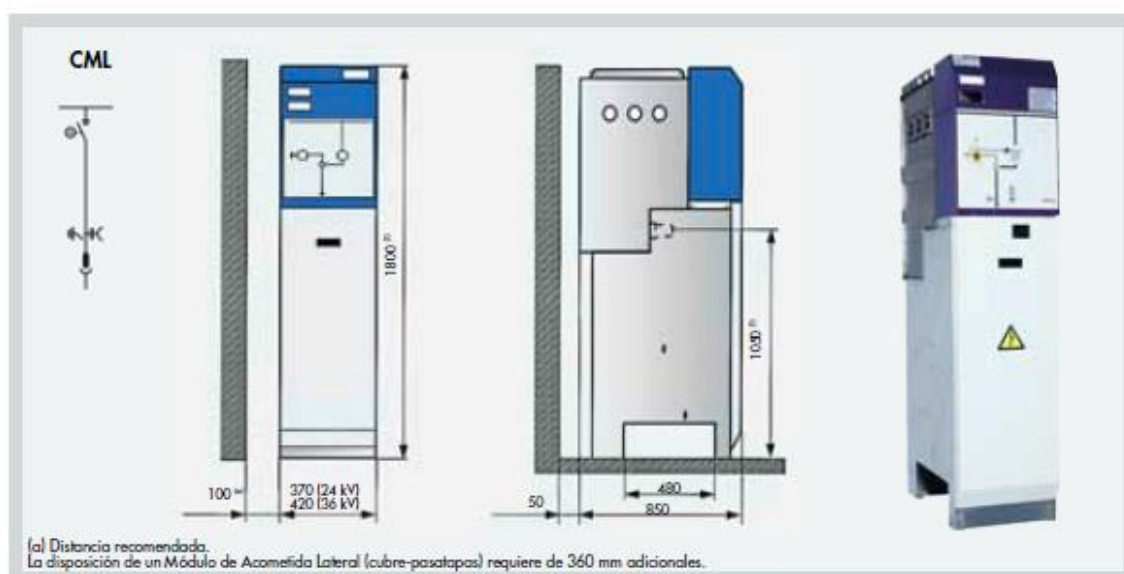
A continuación procederemos a describir las celdas utilizadas para el Centro de Transformación y Reparto CTR-10-PFU-5:

- **CELDA DE LÍNEA CGM-CML (CGMCOSMOS-L) Sin Fusibles-Entrada de Acometida General MT**

Sistema CGM - Celdas Modulares

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

FUNCIÓN DE LÍNEA	CML-12	CML-24	CML-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada [A]	400/630	400/630	400/630
Intensidad de corta duración (1 ó 3 s) [kA]	16/20	16/20	16/20
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV] ^{CRESTA}	75	125	170
a la distancia de seccionamiento [kV] ^{CRESTA}	85	145	195
Capacidad de cierre [kA] ^{CRESTA}	40/50	40/50	40/50
Capacidad de corte			
Corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	400/630
Corriente capacitiva [A]	31,5	31,5	50
Corriente inductiva [A]	16	16	16
Falta a tierra I _{ca} [A]	63	63	63
Falta a tierra $\sqrt{3}$ I _{ca} [A]	31,5	31,5	31,5
Características físicas			
Ancho [mm]	370	370	420
Alto [mm]	1800 ⁽¹⁾	1800 ⁽¹⁾	1800 ⁽¹⁾
Fondo [mm]	850	850	850
Peso [kg]	135 ⁽²⁾	135 ⁽²⁾	140 ⁽²⁾



(1) Las celdas incorporan un bastidor que permite la conexión sin necesidad de foso para cables.
Opcionalmente se pueden suministrar las celdas con un bastidor más bajo.
(2) Para mando motorizado añadir 5 Kg.

Las características eléctricas complementarias de la Celda CML

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
Tensión asignada*	U_r	[kV]	12	24
Frecuencia asignada	f_r	[Hz]	50/60	50/60
Corriente asignada				
en barras e interconexión de celdas	I_r	[A]	400/630	400/630
acometida	I_a	[A]	400/630	400/630
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial (1 min)				
fase-tierra y entre fases	U_{st}	[kV]	28	50
distancia de seccionamiento	U_{sd}	[kV]	32	60
Tensión soportada asignada a impulso de tipo rayo				
fase-tierra y entre fases	U_{rp}	[kV]	75	125
distancia de seccionamiento	U_{rd}	[kV]	85	145
Clasificación arco interno	IAC AFL		16 kA 1 s / 20** kA 1 s	
Grado de protección	IP		IP33 + IPX7	

Interruptor-Seccionador s/ IEC 60265-1 + IEC 62271-102				
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)				
Valor $t_k = 1 \text{ s o } 3 \text{ s}$	I_k	[kA]	16/20**/25*	16/20**
Valor de cresta	I_p	[kA]	40/52**/62,5*	40/52**
Poder de corte asignado de corriente principalmente activa	I_l	[A]	400/630	
Poder de corte asignado de cables en vacío	I_{sa}	[A]	50/1,5	
Poder de corte asignado de bucle cerrado	I_{2a}	[A]	400/630	
Poder de corte asignado en caso de defecto a tierra	I_{sa}	[A]	300	
Poder de corte asignado de cables/líneas en vacío en caso de defecto a tierra	I_{sh}	[A]	100	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de cresta)	I_{ms}	[kA]	40/52**/62,5*	40/52**
Categoría del interruptor				
Endurancia mecánica			1000-M1 (manual) 5000 M2 (motor)	
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase			5-E3	

Seccionador de Puesta a Tierra s/ IEC 62271-102

Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierras)

Valor $t_k = 1 \text{ s}$ o 3 s	I_k	[kA]	16/20**/25#	16/20**
Valor de cresta	I_p	[kA]	40/52**/62,5#	40/52**
Poder de cierre del Seccionador de Puesta a Tierra (valor de cresta)	I_{ma}	[kA]	40/52**/62,5#	40/52**

Categoría del Seccionador de Puesta a Tierra

Endurancia mecánica (manual)	1000-M0
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase	5-E2

* También disponible $U_p = 7,2 \text{ kV}$ bajo pedido

** Ensayos realizados con corriente 21 kA / 52,5 kA

Valor sólo válido para $t_k = 1 \text{ s}$

➤ **CELDA DE LÍNEA CGM-CML (CGMCOSMOS-2LP) Con Fusibles**

- Salida de Reserva
- Salida de la acometida hacia abonado de MT (centro comercial)
- Salida Izquierda del anillo de MT
- Salida Derecha del anillo de MT

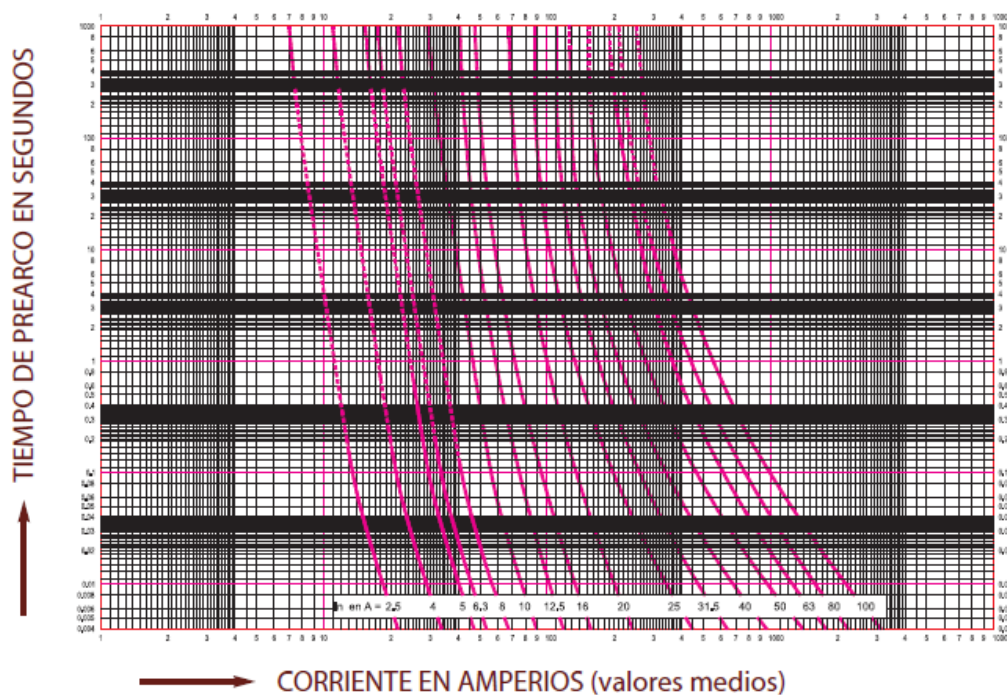
Bajo las solicitudes del cliente (Iberdrola) y consideraciones del proyectista de la instalación solicitaremos al fabricante ORMAZABAL que adapte la Celda de Línea CGM-CML (CGMCOSMOS-L) para poder llevar fusibles limitadores de MT en vez del seccionador con lo cual la celda tendrá doble función: función de celda de línea y función de protección de la misma y pasará a llamarse CGM-CML (CGMCOSMOS-2LP). Los fusibles que llevarán dichas celdas serán los de fabricante INAEL:



Para proteger la acometida hacia el abonado de MT instalaremos en la celda CGM-CML (CGMCOSMOS-2LP) fusibles IB-D1 de intensidad nominal $I_n=40 \text{ A}$ y para proteger las 2 ramas del anillo de MT instalaremos en sus respectivas celdas CGM-CML (CGMCOSMOS-2LP) fusibles IB-D3 de intensidad nominal $I_n=100 \text{ A}$. Posteriormente en el apartado de “Cálculos Justificativos” demostraremos el porque hemos instalado dichos calibres de fusibles.

FUSIBLES TIPO IB-D1, IB-D2 E IBD-3						
Tipos	Tensión asignada kV	Corriente asignada A	Dimensiones mm.			Peso aprox. Kg
			H	L	ØD	
IB-D2	3-3.6	2.5-100	192		73	1.2
IB-D1	6-7.2	2.5-63			53	1.1
IB-D2		80-100			73	1.8
IB-D1	10-12	2.5-40	292		53	1.6
IB-D2		25-80			73	2.6
IB-D3		80-100			86	3.2
IB-D1	(15-17.5)	2.5-40			53	1.6
IB-D2		25-63			73	2.6
IB-D3		80-100			86	3.2
IB-D1	(15-17.5)	2.5-40	365		53	1.9
IB-D2		25-63			73	3.5
IB-D3		80-100			86	3.8
IB-D1	13-24	2.5-40	442		53	2.3
IB-D2		25-63			73	3.9
IB-D3		80-100			86	4.4
IB-D3	25-36	2.5-40	537		86	4.4
IB-D1	25-36	2.5-25			53	2.7
IB-D2		20-40			73	4.6
IB-D3		50-80			86	5.6

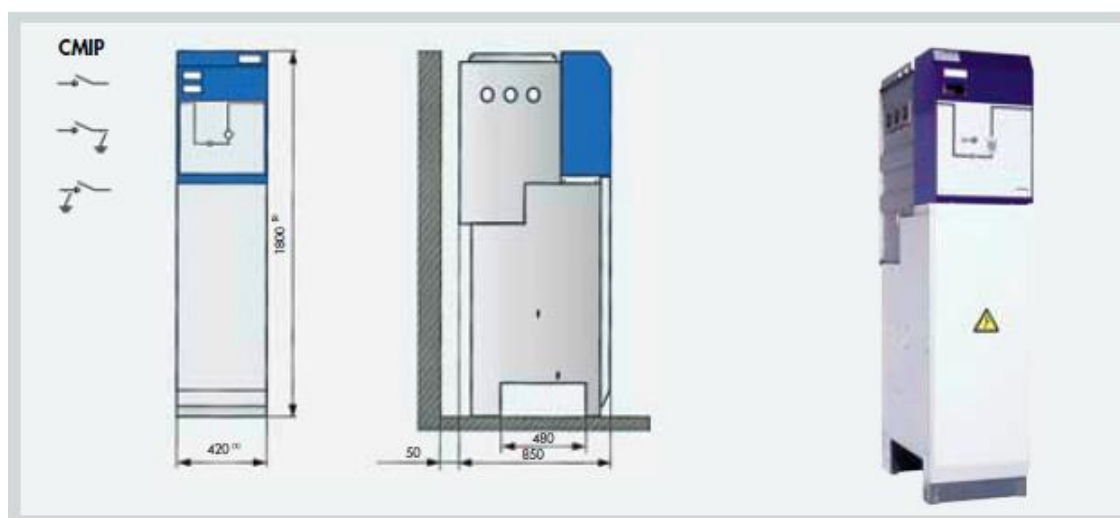
Las curvas de fusión de dichos fusibles se ven en la siguiente gráfica:



➤ **CELDA DE SECCIONAMIENTO O DE INTERRUPTOR PASANTE CGM-CMIP (CGMCOSMOS-S)**

Dicha celda cumple la función de seccionamiento de compañía, es decir, separa la parte de celdas que alimentan al anillo de MT (responsabilidad de compañía) de la parte que alimenta al abonado de MT (centro comercial) que será responsabilidad del abonado. **PLANO 45.**

FUNCIÓN DE INTERRUPTOR PASANTE			
	CMIP-12	CMIP-24	CMIP-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada [A]	400/630	400/630	400/630
Intensidad de corta duración (1 ó 3 s) [kA]	16/20	16/20	16/20
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV] ^{CRESTA}	75	125	170
a la distancia de seccionamiento [kV] ^{CRESTA}	85	145	195
Capacidad de cierre [kA] ^{CRESTA}	40/50	40/50	40/50
Capacidad de corte			
Corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	400/630
Corriente capacitiva [A]	31,5	31,5	50
Corriente inductiva [A]	16	16	16
Falta a tierra I _{CE} [A]	63	63	63
Falta a tierra $\sqrt{3}$ I _{CL} [A]	31,5	31,5	31,5
Características físicas			
Ancho [mm]	420 ⁽¹⁾	420 ⁽¹⁾	420 ⁽¹⁾
Alto [mm]	1800 ⁽²⁾	1800 ⁽²⁾	1800 ⁽²⁾
Fondo [mm]	850	850	850
Peso [kg]	125 ⁽³⁾	125 ⁽³⁾	125 ⁽³⁾



(1) Para las celdas con seccionador de puesta a tierra, esta medida es de 600 mm.

(2) Las celdas incorporan un bastidor que permite la conexión sin necesidad de foso para cables. Opcionalmente se pueden suministrar las celdas con un bastidor más bajo.

(3) Para mando motorizado añadir 5 kg.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-S** de interruptor pasante está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, interrumpido por un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, para aislar las partes izquierda y derecha del mismo y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

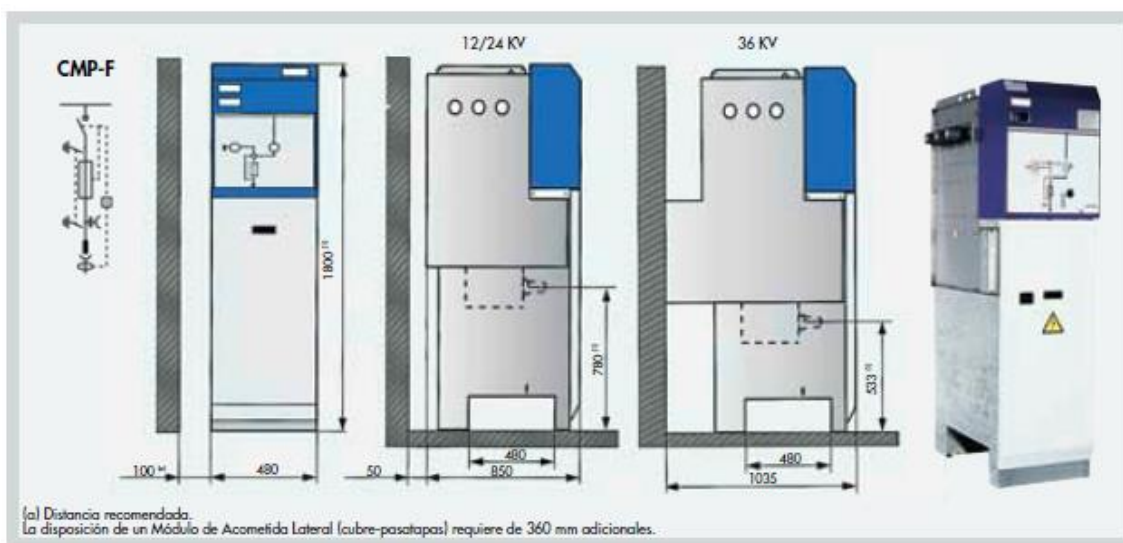
➤ **CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES CGM-CMP-F (CGMCOSMOS-P)**

Dicha celda cumple la función de protección del transformador ubicado en el propio Centro de Transformación y Reparto CTR-10-PFU-5.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-P** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

FUNCIÓN DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES			
	CMP-F-12	CMP-F-24	CMP-F-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada embarrado [A]	400/630	400/630	400/630
Intensidad asignada en la derivación [A]	200	200	200
Intensidad de corta duración embarrado superior (1 ó 3 s) [kA]	16/20	16/20	16/20
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV] ^{CRESTA}	75	125	170
a la distancia de seccionamiento [kV] ^{CRESTA}	85	145	195
Capacidad de cierre [kA] ^{CRESTA} (antes-después de fusibles)	2,5	2,5	2,5
Capacidad de corte			
Corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	400/630
Corriente capacitiva [A]	31,5	31,5	50
Corriente inductiva [A]	16	16	16
Falta a tierra I _{CE} [A]	63	63	63
Falta a tierra $\sqrt{3}$ I _{CL} [A]	31,5	31,5	31,5
Capacidad de ruptura combinación interruptor-fusibles [kA]	20	20	20
Corriente de transferencia (UNE-EN 60420) [A]	1500	600	320
Características físicas			
Ancho [mm]	480	480	480
Alto [mm]	1800 ⁽¹⁾	1800 ⁽¹⁾	1800 ⁽¹⁾
Fondo [mm]	850	850	1035
Peso [kg]	200 ⁽²⁾	200 ⁽²⁾	255 ⁽²⁾



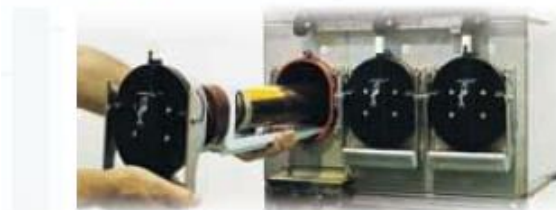
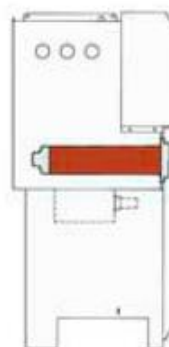
FUSIBLES

En las celdas **CMP-F** los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante.

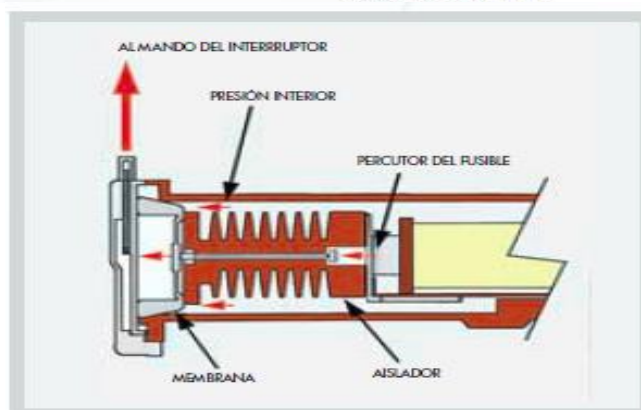
Los 3 tubos, inmersos en SF₆, son perfectamente estancos respecto del gas, y cuando están cerrados, lo son también respecto del exterior, garantizando la insensibilidad a la polución externa y a las inundaciones. Esto se consigue mediante un sistema de cierre rápido con membrana.

Esta membrana cumple también otra misión: el accionamiento del interruptor para su apertura, que puede tener origen en:

- La acción del percutor de un fusible cuando éste se funde.
- La sobrepresión interna del portafusibles por calentamiento excesivo del fusible.



Carros portafusibles **CMP-F** 24 kV

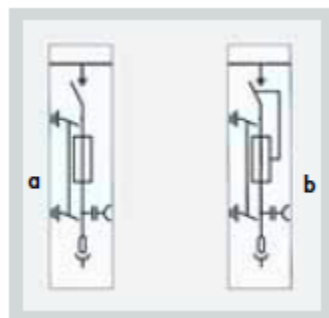


Funcionamiento del portafusibles

PROTECCIÓN CON CELDAS DE FUSIBLES

La utilización de los fusibles en la celda **CMP-F** puede responder a dos sistemas:

- Fusibles asociados:** En caso de fusión de uno de los fusibles, no se abre el interruptor de la celda, por lo que el transformador queda alimentado a dos fases.
- Fusibles combinados:** Cuando cualquiera de los fusibles se funde, el interruptor se abre, evitando que el transformador quede alimentado sólo a dos fases.



La tabla adjunta muestra las intensidades nominales aconsejadas para los fusibles de tipo frío en las celdas **CMP-F**.

Selección de fusibles para celdas **CGM-CMP-F**

U_N red [kV]	10	13,8	15	20	25	30
U_N celda [kV]	12	24	24	24	36	36
Potencia del Transformador [kVA]						
50	6	6	6	6	4	4
100	16	10	10	10	10	10
160	25	16	16	16	16	16
200	40	25	25	25	25	16
250	40	25	25	25	25	25
315	40	40	40	25	25	25
400	63	40	40	40	40	40
500	63	63	40	40	40	40
630	100	63	63	63	40	40
800	100	100	63	63	40	40
1000	125	100	100	63	40	40
1250	160	125	100	100	63	63
1600	-	160	125	100	80	80
2000	-	-	160	125	80	80

Condiciones generales: Sobrecarga < 20% y temperatura < 40° C
Casos sombreados: Sobrecarga < 30% y temperatura < 50° C
Pérdidas máximas del fusible: 75 W (55 W para $U_N = 10$ kV)



Además vamos a incorporar un sistema de protección RPTA del transformador que es un relé analógico cuya misión es proteger al trafo contra las sobrecargas, sobreintensidades y defecto a tierra y cuyo funcionamiento se explica en la siguiente figura:

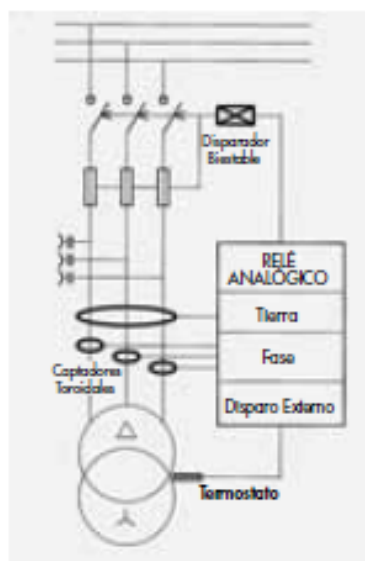
Para la **protección contra sobreintensidades o fugas a tierra** la celda incorpora el sistema autónomo de protección **RPTA** (⇨**RELÉS DE PROTECCIÓN - RPTA**).

Es posible disponer de una **protección contra calentamiento del transformador** empleando un **termostato** situado en el mismo y una celda **CMP-F**:

- incluyendo una bobina de disparo (opcional), o
- utilizando la unidad de disparo externo del **RPTA** (sin necesidad de alimentación auxiliar), como se explica en la sección dedicada a este relé.

En la figura se observa un esquema de **CMP-F** con **RPTA**.

En la sección de **RELÉS DE PROTECCIÓN** se incluye un ejemplo real de utilización de este relé con los fusibles.



- **Las operaciones y maniobras que se pueden realizar con las celdas CML, CMIP y CMP-F se describen a continuación:**

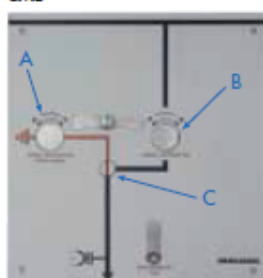
OPERACIÓN

FACILIDAD DE OPERACIÓN

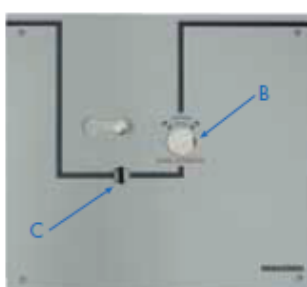
En la parte frontal superior de cada celda se dispone de un esquema sinóptico del circuito principal, que contiene los ejes de accionamiento del interruptor y seccionador de puesta a tierra. Se incluye también en ese esquema la señalización de posición del interruptor, que está ligada directamente al eje del mismo sin mecanismos intermedios, lo que asegura la máxima fiabilidad.

- A: Cierre y Apertura del seccionador/ seccionador de puesta a tierra.
- B: Cierre y Apertura del interruptor (mandos B y BM).
Cierre del interruptor y carga de muelles (mandos BR y AR).
- C: Señalización de posición del seccionador/interruptor.
- D: Apertura del interruptor.
- E: Señalización de la fusión de fusibles.
- F: Carga de resortes.
- G: Apertura del interruptor automático.
- H: Cierre del interruptor automático.
- I: Señalización de posición del interruptor automático.
- J: Indicación de tensado de resortes.
- K: Contador de maniobras (opcional).

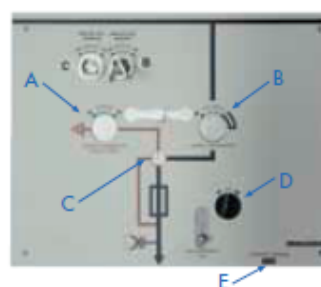
CML



CMIP



CMP-F



SEGURIDAD DE OPERACIÓN

Las celdas **CGM** corresponden a un grado de protección IP 33⁽¹⁾ (obviamente excepto en la parte correspondiente al paso de conductores⁽²⁾). La envolvente metálica tiene un grado de protección, contra impactos mecánicos, IK 08, mientras que la mirilla del manómetro tiene un índice IK 06.

La estanquidad de la cuba permite el mantenimiento de las condiciones de operación durante toda la vida útil de la celda, y opcionalmente se suministra un manómetro visible desde el exterior para poder comprobar la presión del SF₆ en su interior.

Por otra parte, la envolvente de estas celdas ha sido concebida para minimizar el daño en las personas o resto de elementos del Centro de Transformación en caso de arco interno, y evitar el contacto accidental con elementos en tensión.

De la misma forma, el sistema de enclavamientos ha sido diseñado para permitir el acceso a los cables sólo cuando están puestos a tierra, y evitar la realización de maniobras incorrectas por parte del operario.

Opcionalmente, se pueden incluir enclavamientos por cerradura, que permiten diversas posibilidades según el modelo de celda.

(1) Opcionalmente disponibles grados de protección superiores.
(2) y la celda **CMM**.



- *Los Accesorios de Conexión entre Celdas son proporcionados por fabricante ORMAZABAL y son los siguientes:*

Sistema CGM - Celdas Modulares

CONEXIÓN

CONEXIÓN ENTRE CELDAS

El elemento empleado para realizar la conexión eléctrica y mecánica entre celdas se denomina **ORMALINK** (conjunto de unión). Este elemento, patentado por Ormazabal, permite la unión del embarrado de las celdas del sistema **CGM**, fácilmente y sin necesidad de reponer gas SF₆.

El conjunto de unión está formado por tres adaptadores elastoméricos enchufables que, montados entre las tulipas (salidas de los embarrados) existentes en los laterales de las celdas a unir, dan continuidad al embarrado y sellan la unión, controlando el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas semiconductoras.

El diseño y composición del **ORMALINK**, además de imposibilitar las descargas parciales, permite mantener los valores característicos de aislamiento, intensidades asignadas y de cortocircuito que las celdas tienen por separado.

Tras disponer los tres adaptadores de las tres fases del embarrado, únicamente es necesario dar continuidad a la tierra y afianzar la unión mecánica entre celdas mediante unos tornillos.

A fin de permitir la máxima flexibilidad en la realización de esquemas, se dispone de varias opciones en cuanto a las salidas laterales de los embarrados, de forma que en cada lateral se puede optar entre:

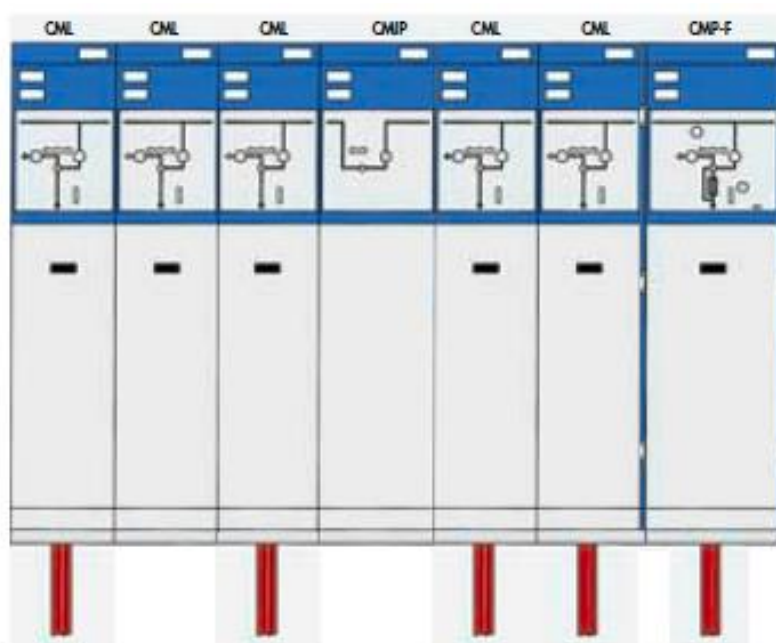
- **TULIPAS:** Si el objeto es la conexión presente o futura a otra celda **CGM** o **CGC** por ese lado.





ORMALINK

PASATAPAS: Si se trata de una salida de cables o unión con una celda no perteneciente a los sistemas CGM o CGC.



Entrada
Acometida
General de MT

Salida
Abonado en MT

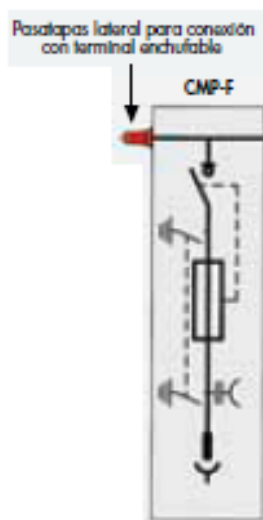
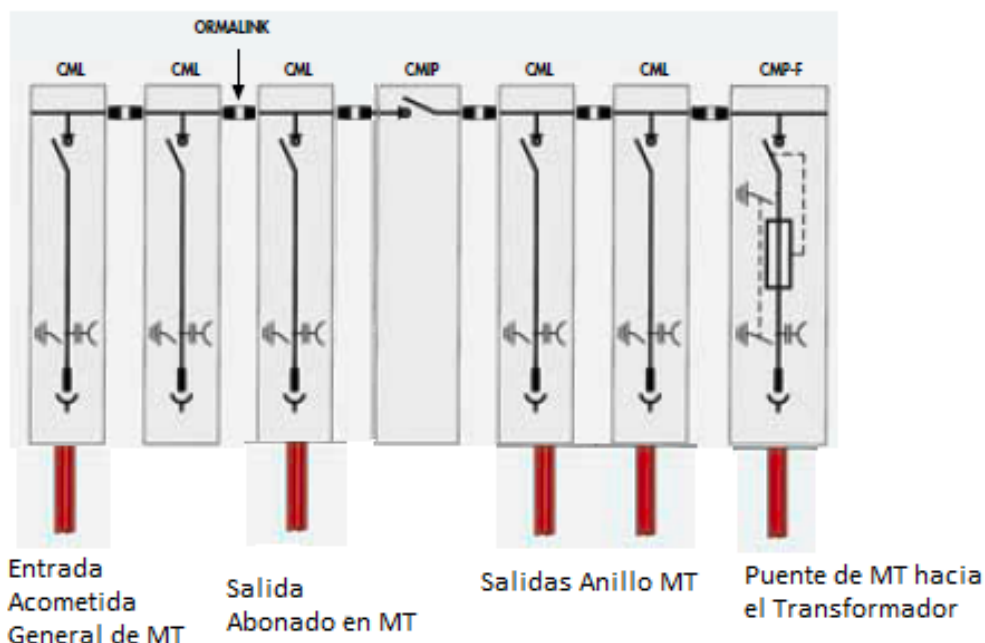
Salidas Anillo MT

Puente de MT hacia
el Transformador



ORMALINK





- CIEGA: Si no se necesita conexión alguna por ese lado, el lateral no presentará ningún tipo de conector.

El siguiente esquema muestra las celdas de un Centro de Transformación en bucle con seccionamiento, protección general, medida y dos protecciones de transformador.



Sistema CGM - Celdas Modulares

CONEXIÓN



CONEXIÓN CON CABLES

Las acometidas de Media Tensión y las salidas a transformador o celda de medida se realizan con cables. Las uniones de estos cables con los pasatapas correspondientes en las celdas CGM deben ejecutarse con terminales enchufables de conexión sencilla (enchufables) o reforzada (atornillables), apantallados o no apantallados.

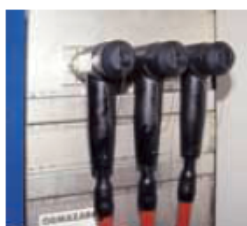
Las celdas CML y CMP-V admiten opcionalmente doble terminal o terminal más autoválvula.

Conexión frontal



Terminales enchufables de conexión reforzada⁽¹⁾ hasta 24 kV (630 A)

CABLE	Marca	Tipo	Sección (mm ²)	Protección
Papel impregnado 3 plomos	EUROMOLD	K-400TB-MIND	25-240	Apantallada
	PIRELLI	PMA3-CPI	35-240	Apantallada
	RAYCHEM	EPKT+RICS	25-300	No apantallada
	RAYCHEM	IXSU+RICS	16-300	No apantallada
Seco	EMOLD	UC-412L	25-300	No apantallada
	EUROMOLD	K-400TB	25-300	Apantallada
		K-400LB	25-300	Apantallada
		K-440TB	185-630	Apantallada
	PIRELLI	FMCT-400	50-300	Apantallada
		FMCE-400	50-300	Apantallada
		PMA-3-400/25AC	50-240	Apantallada
		EPKT+RICS	25-300	No apantallada
	RAYCHEM	EPKT+RICS	25-300	No apantallada
		EPKT+RICS	25-300	No apantallada



Conexión directa al embarrado

Terminales enchufables de conexión reforzada⁽¹⁾ de 36 kV (630 A)

CABLE	Marca	Tipo	Sección (mm ²)	Protección
Seco	EUROMOLD	M-400TB	25-240	Apantallada
	EUROMOLD	M-440TB	150-400	Apantallada
	PIRELLI	PMA-3-400/25AC	70-240	Apantallada
	PIRELLI	PMA-5-400/30AC	50-185	Apantallada

Terminales enchufables de conexión sencilla hasta 24 kV (250 A)

CABLE	Marca	Tipo	Sección (mm ²)	Protección
Seco	EUROMOLD	K-158LR	25-95	Apantallada
	PIRELLI	PMA-1-200/25	25-95	Apantallada
	3M	93-EE-8XX-2	25-95	Apantallada

Terminales enchufables de conexión sencilla de 36 kV (400 A)

CABLE	Marca	Tipo	Sección (mm ²)	Protección
Seco	EUROMOLD	M-400LR	25-240	Apantallada
	PIRELLI	PMA-4-400/30	50-185	Apantallada

NOTA: La relación aquí expuesta no es exhaustiva, siendo generalmente válidos los terminales CENELEC, para otros terminales consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

(1) Atornillables. Se requieren cuando la intensidad de cortocircuito es de 16 kA o superior.

Los puentes de media tensión que unen la celda de protección del trafo con las pasatapas de media tensión del trafo serán con cables 3x(1x50 mm²) AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 12/20 KV cuyas características hemos descrito en el apartado de "Red de Media Tensión". La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR. Para la entrada de acometida general MT, salidas del anillo de MT y acometida hacia abonado en MT en las celdas de línea el terminal es EUROMOLD de 24 kV de tipo enchufable acodado y modelo K158LR.

1.9.3.7 Equipo de Potencia. Transformador

Transformador aceite 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS-ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Potencia: 400 KVA

Tensión Primario: 20 KV

Tensión Secundario: 420 V en Vacío

Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %

Tensión de cortocircuito (Ucc): 4%

Grupo de conexión: Dyn11

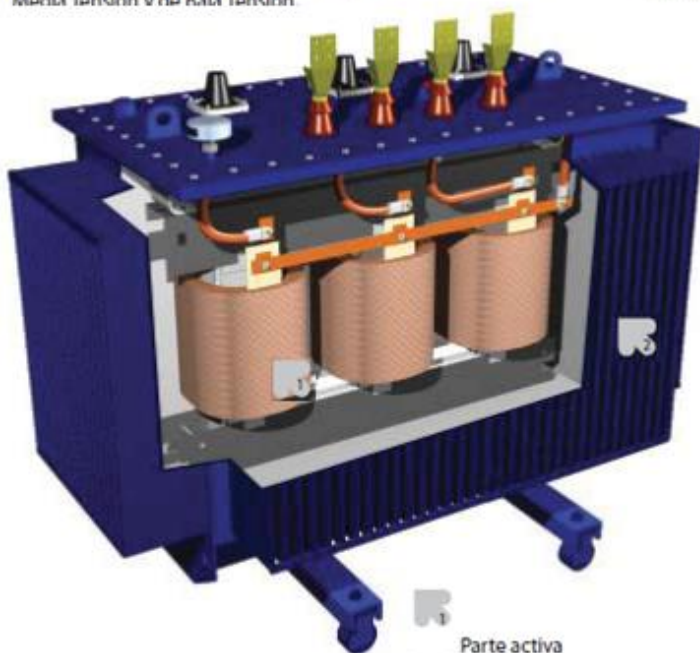
Protección incorporada al transformador: Termómetro

La ficha del fabricante ORMAZABAL de los transformadores que vamos a utilizar en el presente proyecto tanto para el centro de transformación y reparto como para el resto de los centros de transformación es la siguiente:

EL TRANSFORMADOR

PARTE ACTIVA

La parte activa del transformador es el sistema de transformación de energía, compuesto por el núcleo ferromagnético, los arrollamientos y las conexiones de Media Tensión y de Baja Tensión.



1 Parte activa
2 Envoltorio y dieléctrico

ENVOLVENTE Y DIELECTRICO

La envoltorio metálica del transformador y el dieléctrico líquido aportan el aislamiento y la refrigeración necesarios.



Arrollamientos	Beneficios	Envolvente y dieléctrico	Beneficios
<ul style="list-style-type: none"> - Arrollamientos concéntricos. - Aislamiento entre capas: Celulosa con resina epoxi que compacta las bobinas, una vez curada. - Fabricación de las bobinas con técnicas y maquinaria de última generación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Optimización del comportamiento frente a esfuerzos de cortocircuito. 	<ul style="list-style-type: none"> - Envolvente metálica, tipo elástica, con aletas de refrigeración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la superficie de disipación de calor. - Absorción de variaciones en volumen del dieléctrico líquido originados por los cambios de temperatura en el mismo. - Protección mecánica y eléctrica.
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento experto de la refrigeración de bobinas. - Cuidada ejecución de las bobinas y los canales de refrigeración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la disipación del calor de los devanados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuba de llenado integral, herméticamente sellada. 	<ul style="list-style-type: none"> - No degradación del dieléctrico líquido al no estar en contacto con el aire. - Mantenimiento reducido - Reducción de tamaño. - Sin depósito de expansión o desecador. - Menor peso. - Apantallamiento de campos electromagnéticos.
<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de materiales celulósicos de calidad contrastada. - Manipulación y almacenaje óptimo para mantener las propiedades de los aislamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aislamiento asegurado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sumergido en dieléctrico líquido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del nivel de ruido. - Mejora del comportamiento frente a sobrecargas y armónicos.
Conexiones y conmutador	Beneficios	Tratamiento superficial y Pintura.	Beneficios
<ul style="list-style-type: none"> - Terminales de MT y BT. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conexión del transformador con el exterior. 		<ul style="list-style-type: none"> - Protección contra corrosión, agentes atmosféricos, insolación e impactos.
<ul style="list-style-type: none"> - Conmutador de regulación, maniobrable sin tensión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite ajustar la tensión del secundario de forma precisa. 		

ENSAYOS

Nuestros transformadores son sometidos a los ensayos descritos en la serie de normas **IEC 60076**.

Para ello disponemos de laboratorios propios, equipados con aparatos y sistemas de medida modernos y precisos, certificados y calibrados de acuerdo a las directrices de la norma **ISO 9001**, con el fin de obtener productos con los más exigentes estándares de calidad.



ENSAYOS INDIVIDUALES O DE RUTINA

Todos los transformadores fabricados son sometidos a los siguientes ensayos de rutina según **IEC 60076-1**:

- Medida de la resistencia de los arrollamientos.
- Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento.
- Medida de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas debidas a la carga.
- Medida de las pérdidas y la corriente en vacío.
- Ensayos dieléctricos individuales:
 - Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial.
 - Ensayo de tensión inducida.



ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL

	MT				BT	
Tensión más elevada del material (Nivel de Aislamiento). [kV]	12	17.5	24	36	1.1	3.6
Tensión aplicada a frecuencia industrial (50 Hz durante 1 minuto). [kV]	28	38	50	70	3	10



ENSAYOS DE TIPO

En común acuerdo con nuestro cliente, se realizan los siguientes ensayos, siguiendo la normativa internacional vigente:

- Ensayo de calentamiento.
- Ensayos de dieléctricos de tipo:
 - Ensayo impulso tipo rayo u onda de choque



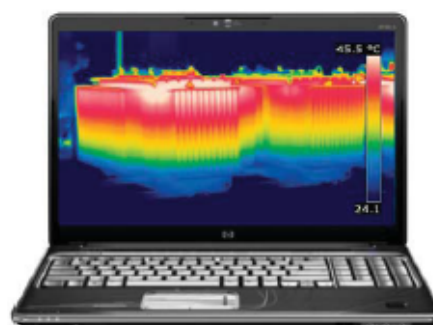
ENSAYO IMPULSO TIPO RAYO U ONDA DE CHOQUE

	MT				BT	
Tensión más elevada del material (Nivel de Aislamiento). [kV]	12	17.5	24	36	1.1	3.6
Tensión soportada asignada de Impulso tipo rayo (1.2 / 50µs). [kV]	75	95	125	170	20	20

ENSAYOS ESPECIALES

Ensayos especiales por petición expresa del cliente:

- Ensayos dieléctricos especiales
- Medida de las descargas parciales.
- Determinación de las capacidades devanados – tierra y entre devanados.
- Medida de la impedancia homopolar (en transformadores trifásicos).
- **Ensayo** de aptitud para soportar **cortocircuitos** (IEC 60076-5), realizado en laboratorios acreditados, tanto externos como interno (**HPL**).
- Determinación del nivel de ruido (IEC 60076-10)
- Medida de los armónicos de la intensidad de vacío.
- Medida de la resistencia de aislamiento y/o medición del factor de disipación (tangente delta) de las capacidades de los aislamientos.



ENSAYOS ADICIONALES

• Ensayos sobre Aceite dieléctrico

La vida útil del transformador está en gran medida relacionada con la calidad del líquido dieléctrico. Aseguramos los más elevados estándares de calidad a través de exigentes procesos de calificación y auditoría de producto, así como por la aplicación de las tecnologías más avanzadas en su proceso de tratamiento.

- Densidad a 20°C
- Viscosidad a 40°C
- Contenido de agua
- Tensión de ruptura
- Factor de disipación
- Tensión interfacial
- Acidez
- Punto de inflamación

• Ensayos sobre Cubas

- Ensayo de Fatiga EN 50464-4

• Ensayos de Pintura

- Medida espesor
- Ensayo adherencia
- Ensayo de dureza
- Ensayo de plegado
- Ensayo de impacto
- Ensayo de embutición
- Ensayo de niebla salina

• Transformador hermético de llenado Integral

- Cubas herméticamente selladas:
 - No necesitan depósito de expansión.
 - Cantidad menor de dieléctrico líquido que en otros tipos de transformadores.
- Ausencia de contacto entre el líquido dieléctrico y agentes externos (aire, humedad, contaminación, etc.).
- Evita la degradación de las características del dieléctrico.
- Reducción del mantenimiento.
- Baja posibilidad de fugas:
 - Robustez de la cuba (altas características de los materiales).
 - Procesos de soldadura realizados por personal cualificado.
 - Ensayos de estanqueidad realizados en todos los transformadores.

• Mínimo impacto ambiental

- Respeto al medio ambiente:
 - Uso de materiales con un alto grado de reciclabilidad.
 - Racionalización en el uso de materias primas.
 - Dimensiones optimizadas de los transformadores.
- Óptimo consumo de materias primas:
 - Selección de materiales.
 - Aprovechamiento máximo de sus características.
- Bajo consumo de energía eléctrica:
 - Tecnología avanzada en diseño, fabricación y ensayo.
 - Transformadores de pérdidas reducidas.
 - Productos fiables y seguros.
- Certificación ISO 14001.

Transformadores Sumergidos en Dieléctrico Líquido

GENERALIDADES



Estos transformadores cumplen las siguientes características:

- Transformadores trifásicos, 50 Hz para instalación en interior o exterior.
- Herméticos de llenado integral.
- Sumergidos en Aceite mineral de acuerdo a la norma **IEC 60296**.
- Refrigeración ONAN.
- Color azul oscuro, de acuerdo a la norma **UNE 21428**.

Los datos y valores mostrados corresponden a las Condiciones Normales de Funcionamiento referenciadas en la norma **IEC 60076-1**.

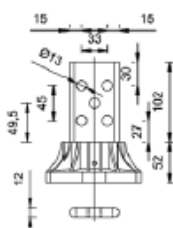
Nota: Para otras configuraciones consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.

DESCRIPCIÓN

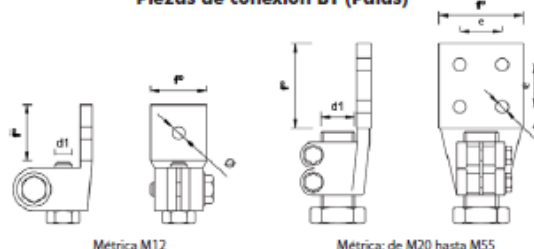
NORMAS

Los transformadores cumplen con las siguientes normas:
UNE 21428
EN 50464
IEC 60076

Pasabarras Unipolar BT (opcional)



Piezas de conexión BT (Palas)



CONEXIÓN BAJA TENSIÓN

PASATAPAS BT DE PORCELANA PARA 420V - B2*

Potencia [kVA]	25	50	100	160	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Intensidad nominal [A]	250	250	250	250	630	630	1000	1000	1600	1600	2000	3150	3150	4000
Dimensión - Métrica d1	M12	M12	M12	M12	M20	M20	M30	M30	M42	M42	M42	M48	M48	M55
Material	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre

PIEZAS DE CONEXIÓN - PALAS BT

Métrica	M12	M12	M12	M12	M20	M20	M30	M30	M42	M42	M42	M48	M48	M55
e [mm]	-	-	-	-	32	32	32	32	40	40	40	40	40	70
f0 [mm]	40	40	40	40	60	60	60	60	100	100	100	120	120	150
Ø [mm]	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	18

PASABARRAS UNIPOLAR BT DE INSTALACIÓN INTERIOR (OPCIONAL)

Potencia [kVA]	25	50	100	160	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Intensidad nominal [A]	-	-	-	-	630	630	1600	1600	1600	1600	-	-	-	-
Material	-	-	-	-	Al	Al	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	-	-	-	-

(*) Para otras tensiones secundarias, consultar con nuestro Departamento Técnico-Comercial

CONEXIÓN MEDIA TENSIÓN

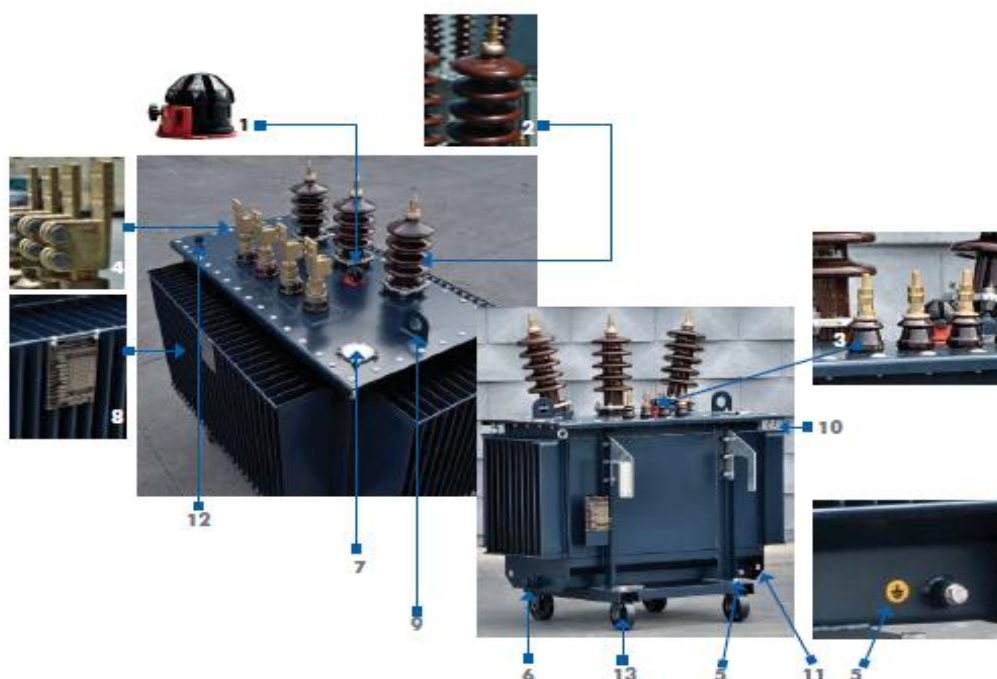
CONECTORES PARA PASATAPAS ENCHUFABLES MT (NO SUMINISTRADOS CON EL TRANSFORMADOR)

Aislamiento [kV]	24	36
	Conector acodado tipo A (250 A) Ref. EUROMOLD K-158LR	Conector acodado tipo B (400 A) Ref. EUROMOLD M-400LR
	Conector recto tipo A (250 A) Ref. EUROMOLD K-152SR	-

EQUIPAMIENTO

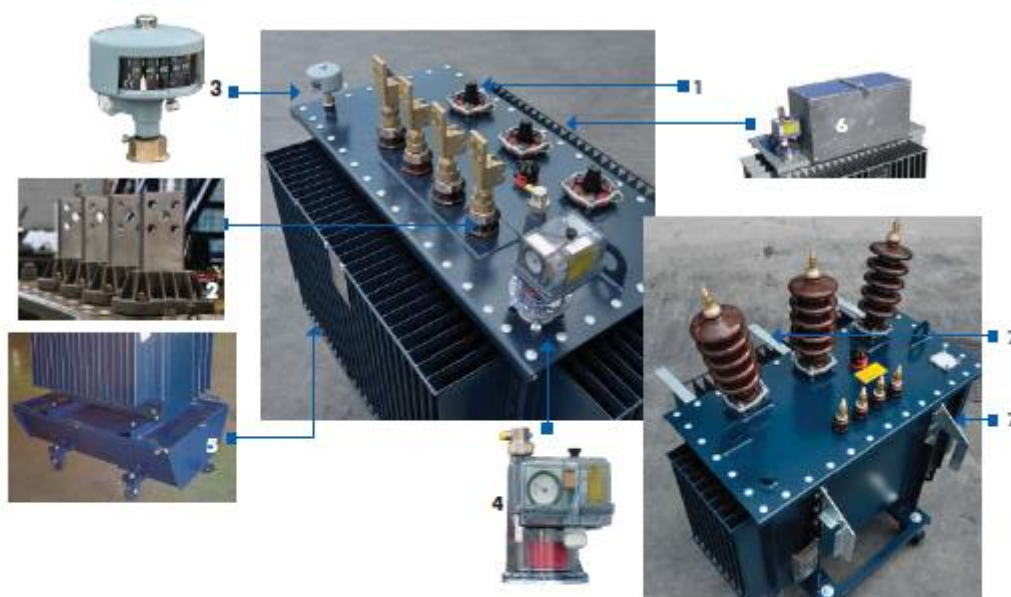
EQUIPAMIENTO DE SERIE UNE-21428

			Figura
- Aceite mineral aislante no inhibido		UNE-EN 60296	
- Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión)		UNE-EN 60214	1
- Conmutador de cambio de tensión sobre tapa para los transformadores de doble tensión primaria (maniobrable sin tensión)		UNE-EN 60214	
- Pasatapas MT de porcelana		UNE-EN 50180	2
- Pasatapas BT de porcelana		UNE-EN 50386	3
- Terminales planos de conexión BT	≥630 kVA		4
- 2 Terminales de tierra en la cuba		UNE-EN 50216-4	5
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras.		UNE-EN 50216-4	6
- Dispositivo de llenado		UNE-21428	7
- Placa de características		UNE-21428	8
- 2 Cáncamos de elevación		UNE-21428	9
- 4 Cáncamos de arriostamiento		UNE-21428	10
- 4 Dispositivos de arrastre		UNE-21428	11
- Dispositivo para alojamiento de termómetro		UNE-EN-50216-4	12
- Ruedas	≥250 kVA	UNE-EN-50216-4	13



EQUIPAMIENTO OPCIONAL

		Figura
• Pasatapas enchufables MT	UNE-EN 50180	1
• Pasabarras unipolar BT	UNE-EN 50387	2
• Termómetro: mide la temperatura de la capa superior del líquido aislante. Disponible con 2 contactos. (alarma y disparo) y aguja de máxima.		3
• Relé de protección integral Funciones: Control de presión interna de la cuba Control de temperatura del líquido dieléctrico Control de nivel de aceite y detección de gases	UNE-EN 50216-3	4
• Dispositivo de recogida del dieléctrico líquido		5
• Cajón cubrebornas		6
• Ganchos y soporte para autoválvulas (aplicación para poste hasta 160 kVA).		7

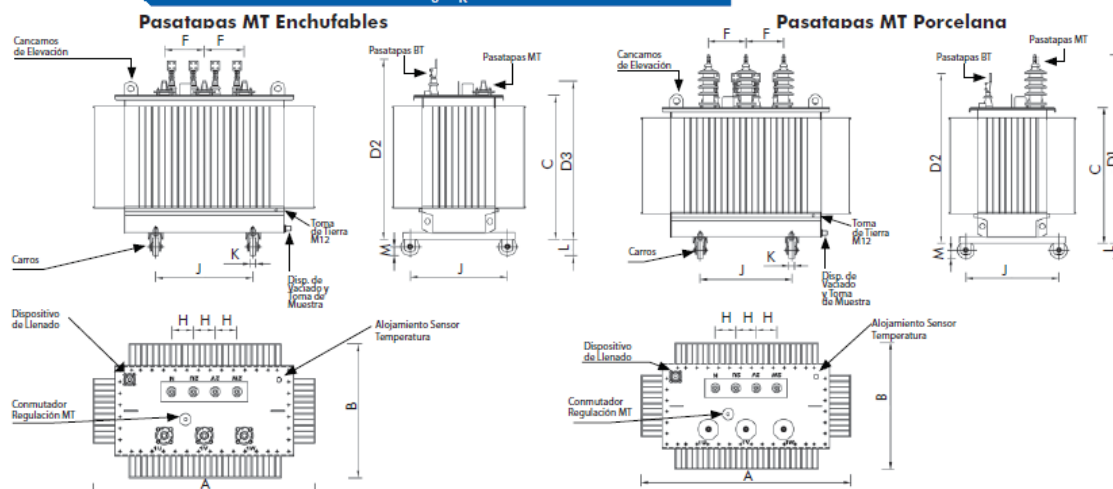


OTROS LÍQUIDOS DIELECTRICOS

- Ester natural biodegradable para aplicación en transformadores eléctricos, Clase K con punto de combustión superior a 300 °C.
- Silicona líquida dieléctrica según norma IEC 60836, Clase K con punto de combustión superior a 300 °C.
- Ester sintético biodegradable para aplicación en transformadores eléctricos según norma IEC 61099 Clase K, con punto de combustión superior a 300 °C.

Transformadores Sumergidos en Dieléctrico Líquido

CARACTERÍSTICAS 24 kV: D₀ C_K (AB')



CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

24 kV: D₀ C_K (AB')

POTENCIA ASIGNADA [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Tensión [kV]	Primaria	20									
Asignada (Ur) [V]	Secundaria en vacío	420									
Grupo de Conexión		Dyn11									
Pérdidas en Vacío- Po [W]	Lista D ₀	530	750	880	1030	1150	1400	1750	2200	2700	3200
Pérdidas en Carga- Pk [W]	Lista Ck	3250	4600	5500	6500	8400	10500	13500	17000	21000	26500
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
Nivel de Potencia Acústica LwA [dB]	Lista D ₀	60	63	64	65	66	68	69	71	73	76
Caída de tensión a plena carga (%)	cosφ=1	1.37	1.22	1.16	1.11	1.19	1.22	1.25	1.24	1.22	1.23
	cosφ=0.8	3.33	3.25	3.21	3.17	4.44	4.47	4.49	4.48	4.47	4.47
	CARGA 100% cosφ=1	98.51	98.68	98.75	98.82	98.86	98.82	98.79	98.81	98.83	98.83
	CARGA 100% cosφ=0.8	98.15	98.36	98.44	98.53	98.58	98.53	98.50	98.52	98.54	98.54
Rendimiento (%)	CARGA 75% cosφ=1	98.76	98.90	98.96	99.02	99.06	99.04	99.01	99.03	99.04	99.04
	CARGA 75% cosφ=0.8	98.45	98.63	98.70	98.78	98.83	98.80	98.77	98.79	98.81	98.81

DIMENSIONES [mm]

POTENCIA ASIGNADA [kVA]	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
A (Largo)	1376	1537	1622	1622	1932	1997	2007	1922	1965	2093
B (Ancho)	930	941	962	962	1161	1200	1200	1224	1277	1487
C (Alto a tapa)	915	1004	1026	1092	1112	1158	1230	1517	1715	1737
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)	1300	1389	1411	1477	1497	1543	1615	1902	2100	2122
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)	1004	1093	1115	1181	1201	1247	1319	1606	1804	1826
D2 (Alto a BT con Palas)	1149	1238	1287	1353	1445	1491	1563	1886	2084	2167
F (separación MT)	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
H (separación entre BT)	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200
J (Distancia entre ruedas)	670	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
K (ancho rueda)	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
Ø (diámetro rueda)	125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
L (Rueda)	110	110	110	110	110	110	165	165	165	165
Volumen Aceite [Litros]	260	330	390	410	510	530	540	1000	1200	1400
Peso total [Kg]	1010	1330	1600	1750	2250	2430	2750	3850	4750	5350

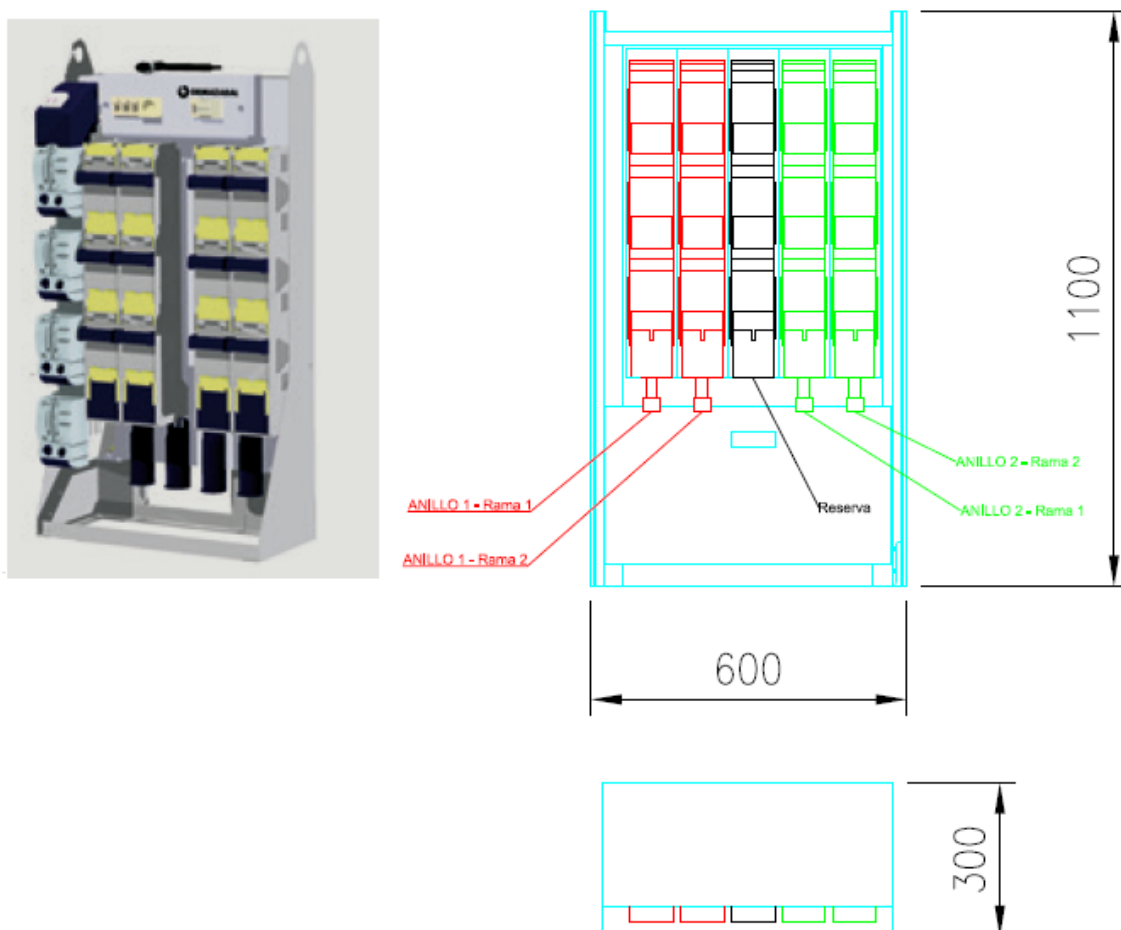
1.9.3.8 Características de la Aparamenta de Baja Tensión

La aparamenta de Baja Tensión la constituyen los siguientes elementos:

- Puentes de Baja Tensión con cables **AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 3x[3x(1x240 mm²)+2x(1x240 mm²)] 0,6/1 KV PRYSMIAN**
- Cuadro de Baja Tensión **CBTO-K** optimizado con 5 salidas. **PLANO 61**
- **Fusibles de Baja Tensión NH1** para proteger los anillos de Baja Tensión.

Los cables para puentes de Baja Tensión y los fusibles NH1 que instalaremos en el CBTO-K para proteger los anillos de BT ya los hemos descrito sus características en el apartado de “Red de Baja Tensión”.

El cuadro de Baja Tensión CBTO-K es el elemento en cuya descripción profundizaremos en este apartado.



Dicho cuadro está regulado por la normativa de Iberdrola NI 50.44.03 cuya designación según esta normativa es CBT-EAS-ST-1600-5 y cuyas características según dicha normativa son las siguientes:

Tabla 1
Elementos normalizados.

Designación	Corriente asignada A	Tensión asignada V	Tensión soportada a frecuencia industrial Valor eficaz kV		Tensión soportada a impulsos tipo rayo Valor cresta kV	Código
			partes activas y masa *	partes activas	partes activas y masa *	
CBT-EAS-ST-1600-5	1600	440	10	2,5	20	5044068
CBT-EAS-ST-1600-8						5044069

* Se considerará como masa una lámina metálica en contacto y cubriendo toda la parte exterior frontal del CBT-EAS-ST, unida a las partes metálicas del CBT-EAS-ST.

Los esquemas unifilares del CBT-EAS-ST son los que se representan en las figuras 1a y 1b.

Significado de las siglas que componen la designación:

CBT-EAS-ST: Cuadro de distribución de baja tensión con embarrado aislado y seccionamiento con supervisión de transformador.

1600: Intensidad asignada al CBT-EAS-ST

5/8: N° de salidas.

Ejemplo de denominación:

Cuadro de distribución de BT CBT-EAS-ST-1600-5, NI 50.44.03.

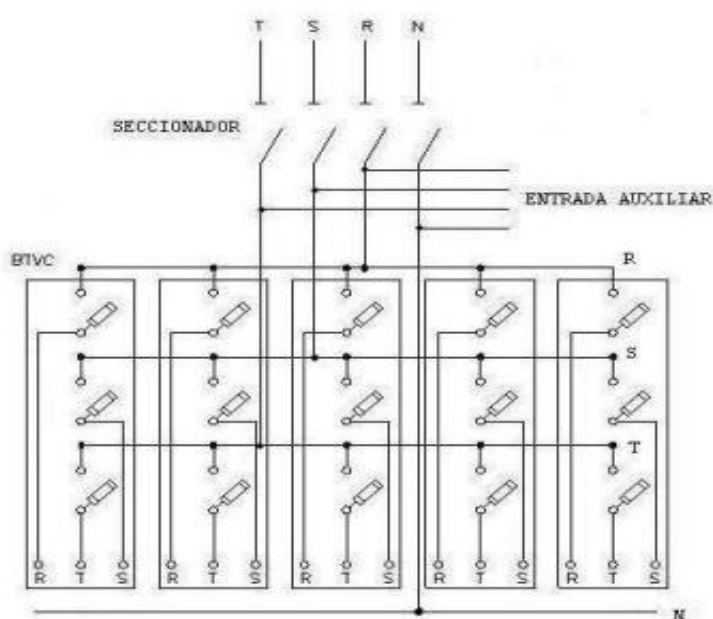


Fig. 1a: CBT-EAS-ST con 5 salidas

Las dimensiones del CBT-EAS-ST son las que se indican en la tabla 2.

Tabla 2
Dimensiones (mm)

Designación	Anchura máxima	Altura máxima	Fondo máximo	Distancia entre fases (embarrado horizontal)	Distancia fase T - Neutro mínima	Distancia salida bases al suelo del cuadro
CBT-EAS-ST-1600-5	800	1890	350	185 ± 1,2	250	450 ± 4
CBT-EAS-ST-1600-8	1000					

En naranja están indicadas las dimensiones **máximas** para un cuadro de 5 salidas siendo las dimensiones del cuadro elegido 600 (anchura) x 1100 (alto) x 300 (fondo) con lo cual no supera las dimensiones máximas que permite Iberdrola para un cuadro de 5 salidas.

Características

Características funcionales: Los CBT-EAS-ST estarán constituidos por las funciones siguientes: función entrada-seccionamiento, función embarrado horizontal, función protección, función entrada auxiliar y función control y alimentación equipos de telegestión.

- *Función de entrada-seccionamiento:* La función entrada-seccionamiento tiene como misión realizar la entrada al CBT-EAS-ST y la distribución de la energía eléctrica procedente del transformador MT/BT al embarrado horizontal. La función entrada-seccionamiento comprenderá cuatro pletinas de entrada, tres de fase y una de neutro y un elemento de seccionamiento que podrá ser un seccionador o un interruptor-seccionador. Las secciones mínimas de las pletinas serán las indicadas en la tabla 3.

Tabla 3
Secciones mínimas de las pletinas de entrada

Pletinas de cobre (mm ²)	
Fase	Neutro
800	400

El material a emplear será cobre electrolítico laminado (tipo CW004A según Norma UNE EN 13 601), y cada pletina estará fabricada sin remaches ni soldaduras. Las pletinas estarán sin revestimiento ni baño. La secuencia de fases de las pletinas de entrada será T, S, R y N de izquierda a derecha, si la entrada se realiza por la parte superior o R, S, T y N de arriba a abajo, si la entrada se realiza por un lateral. Las pletinas de entrada estarán dimensionadas para permitir realizar la conexión de hasta cuatro cables de 240 mm² por fase y tres cables de 240 mm² para el neutro. Para ello dispondrán de dos agujeros de 13 mm de diámetro. Asimismo, la separación entre pletinas permitirá realizar dichas conexiones.

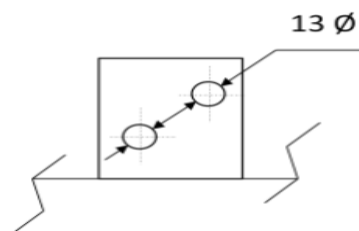


Fig. 2: Pletina de entrada

Las pletinas de entrada estarán identificadas con los colores según norma UNE 21 089-1, que serán los siguientes: - Fase R: Verde - Fase S: Amarillo - Fase T: Marrón - Neutro: Azul El CBT-EAS-ST dispondrá de un seccionador o interruptor-seccionador según norma UNE EN 60 947-3 de maniobra manual. Dichos elementos, soportarán la corriente asignada en el funcionamiento normal del CBT-EAS-ST y un funcionamiento anormal del CBT-EAS-ST en cortocircuito durante 1 segundo. Las características eléctricas mínimas del seccionador serán las indicadas en la tabla 4.

Tabla 4
Características eléctricas del seccionador

Categoría de empleo	AC20B		
Tensión de empleo	U_e	440	V
Tensión de aislamiento	U_i	500	V
Tensión de resistencia a los impulsos	U_{imp}	20	kV
Intensidad asignada	I_e	1600	A
Intensidad de cortocircuito durante 1 segundo	I_{cw}	25	kA

Asimismo, el seccionador será capaz de abrir la corriente de vacío de un transformador de 1000 kVA. Para ello, el seccionador poseerá una categoría de empleo AC23B para una intensidad asignada de empleo de 50 A. El interruptor-seccionador tendrá una categoría de empleo AC22B y una intensidad asignada como mínimo de 1600 A.

- *Función embarrado horizontal:* Tiene como misión repartir el flujo de la energía procedente del seccionador entre las diferentes salidas. Se compone de cuatro pletinas, tres para las fases y una de neutro. La pletina del neutro estará situada debajo de las pletinas de las fases, permitiendo fácilmente la conexión de los conductores. Las secciones mínimas admitidas de las pletinas de reparto, horizontales, se indican en la tabla 5.

Tabla 5
Secciones mínimas de las pletinas horizontales

Pletinas de cobre (mm ²)	
Fase	Neutro
500	300

El material a emplear será cobre electrolítico laminado (tipo CW004A según la norma UNE EN 13 601), y cada pletina estará fabricada sin remaches ni soldaduras. Las pletinas estarán sin revestimiento ni baño. La pletina del neutro estará aislada respecto a tierra con el mismo nivel de aislamiento que las fases. Las pletinas de fase dispondrán de tornillos para realizar la conexión a las bases. La pletina del neutro dispondrá de tornillos para realizar la conexión a los conductores y un tornillo para la conexión a tierra. Todos los tornillos indicados serán inoxidable de M-12. Las diferentes operaciones a realizar en el embarrado (montaje de bases tripolares y conexión de cables de neutro) se deberán poder realizar con una sola herramienta aislada.

- *Función protección:* Tiene como misión proteger las líneas de baja tensión. Estará constituida por un grupo (5 u 8, según corresponda) de bases tripolares verticales para cortacircuitos fusibles desconectables en carga BTVC-2-400 A, según la norma NI 50.48.21.
- *Función entrada auxiliar:* Tiene como misión la conexión de una alimentación auxiliar independiente del transformador del centro de transformación al CBT-EAS-ST. Estará dimensionada, en todo caso, para conectar el cableado necesario para una intensidad mínima de 1600A. Esta operación se realizará con una única herramienta aislada. Los cables de conexión a la entrada auxiliar, no impedirán la maniobrabilidad de las BTVC.
- *Función control y alimentación equipos de telegestión:* La función de control y alimentación equipos de telegestión incorporada al CBT-EASST, contendrá los elementos descritos en la figura 3 y las características de la tabla 7. Todos ellos irán rotulados según se indica en la figura 3.

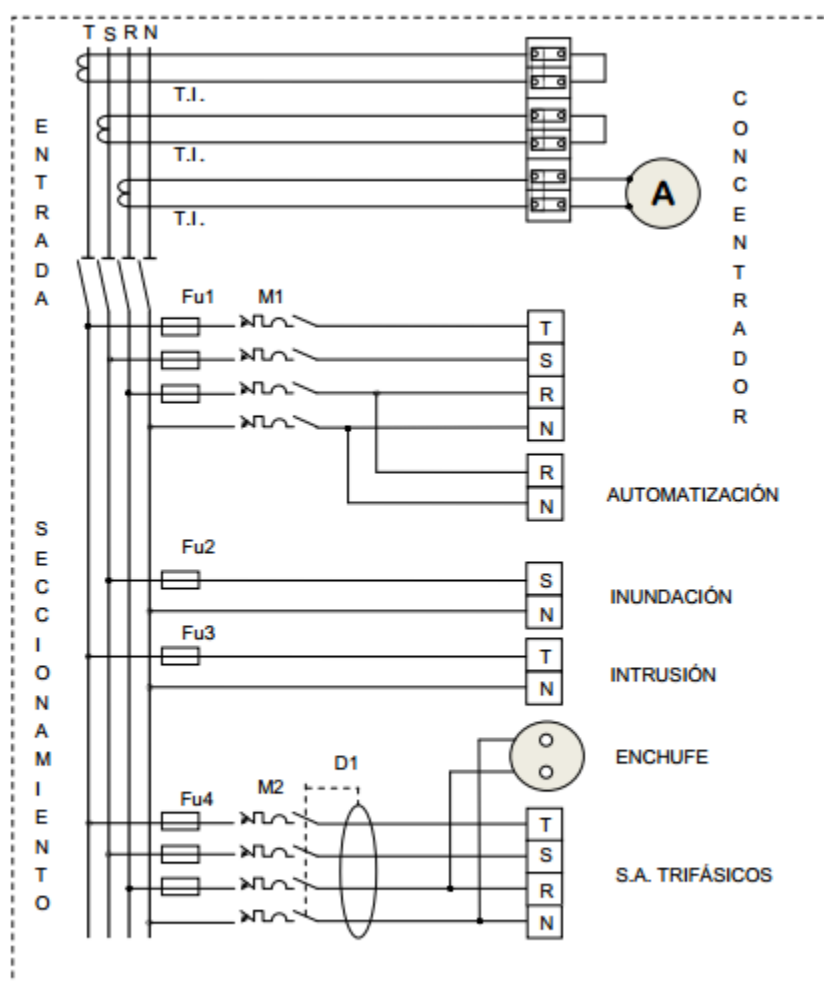


Fig. 3: Esquema del control y alimentación equipos de telegestión

El cableado de los mencionados elementos, se realizará con cable aislado de 4 mm², excepto el cableado de alimentación al regletero del concentrador que se realizará con cable aislado de 2,5 mm², según la norma NI 56.10.00. El interruptor diferencial poseerá una corriente condicional asignada de cortocircuito (Inc) en coordinación con el interruptor automático asociado de 6kA. Los transformadores de intensidad deberán satisfacer la norma UNE-EN 60044-1 y tendrán las características de la tabla 6. La placa de características de los TI's estará colocada en lugar visible y deberá indicar de forma expresa lo indicado en la tabla 6. El límite de intensidad extendida será como mínimo de 150%.

Tabla 6

Características de los transformadores de intensidad

Tipo de primario	Barra pasante
Um	0,720 kV
Intensidad del primario	1200 A
Intensidad del secundario	5 A
Potencia	5 VA
Clase de precisión	0,5S
Factor de seguridad	2
Ext.	150%
I _{th}	25 kA
I _{dyn}	52,5 kA

En la base del enchufe o en sus inmediaciones se debe poner una etiqueta con el siguiente texto "Solo se pueden conectar en el enchufe receptores de clase 2". La toma de tensión de las pletinas de entrada a la caja de control, se realizará siempre aguas abajo del seccionador o interruptor seccionador.

Tabla 7

Características de los mecanismos de protección

M1	Interruptor magnetotérmico tetrapolar según UNE EN 60 947-2; I _n = 10A; I _{cu} =6kA; I _{cs} = 75%I _{cu} ; curva C
M2	Interruptor magnetotérmico tetrapolar según UNE EN 60 947-2; I _n =16A; I _{cu} =6kA; I _{cs} = 75%I _{cu} ; curva D
D1	Interruptor diferencial tetrapolar 16A; 30mA; tipo AC
Fu1	3 Fusibles de cápsulas cilíndricas (10 x 38) Clase (aR) 16A/600V : ≥ 100kA
Fu2	1 Fusible de cápsula cilíndrica (10 x 38) Clase (gG) 6A/500V : ≥ 100kA
Fu3	1 Fusible de cápsula cilíndrica (10 x 38) Clase (gG) 6A/500V : ≥ 100kA
Fu4	3 Fusibles de cápsulas cilíndricas (10 x 38) Clase (aR) 16A/600V : ≥ 100kA
T.I.	Transformador de intensidad (tabla 6)
A	Amperímetro maxímetro
ENCHUFE	Base enchufe bipolar 16A

Características constructivas.

- *Elemento soporte aislante:* Todas las unidades funcionales anteriormente descritas así como el anclaje de las bases tripolares verticales, estarán montadas sobre un elemento soporte aislante. El citado elemento será capaz de soportar los esfuerzos mecánicos de la manipulación y los esfuerzos térmicos debido al paso de la corriente asignada en el funcionamiento normal del CBT-EAS-ST y soportar un cortocircuito durante un segundo. El material deberá cumplir, además de los requisitos de categoría de inflamabilidad y estabilidad térmica, las siguientes características: 1) Clase térmica F (155°C) para la propiedad de pérdida de resistencia a la flexión(*), según la norma UNE EN 60 085. En el informe se deberá indicar el índice de temperatura (TI) e intervalo de división por dos (HIC). Además se deberá incluir el gráfico de endurancia térmica (tiempo de extrapolación). 2) Categoría de inflamabilidad V0 según la norma UNE EN 60 695-11-10.
- *Bastidor:* El CBT-EAS-ST dispondrá de un bastidor para su fijación al suelo. Este será capaz de soportar los esfuerzos mecánicos de la manipulación del CBT-EAS-ST. El bastidor podrá ser metálico o de material aislante. En el caso de bastidor metálico, estará constituido por un conjunto de piezas de chapa galvanizada (DX51D+Z275 NA-0 según la norma UNE EN 10 346) de 1,5 mm de espesor como mínimo. En el caso de ser de material aislante, cumplirá los requisitos de categoría de inflamabilidad y estabilidad térmica. Para el transporte y manejo del CBT-EAS-ST, el bastidor irá equipado en su parte superior con dos dispositivos de suspensión, situados de manera que la recta que los une y el centro de gravedad del equipo, determinen un plano sensiblemente vertical. El bastidor dispondrá de puntos de anclaje para los cables de salida de cada una de las bases portafusibles. El bastidor dispondrá en su base de taladros para tornillos o espárragos de M-12 según se muestran en la figura 4.

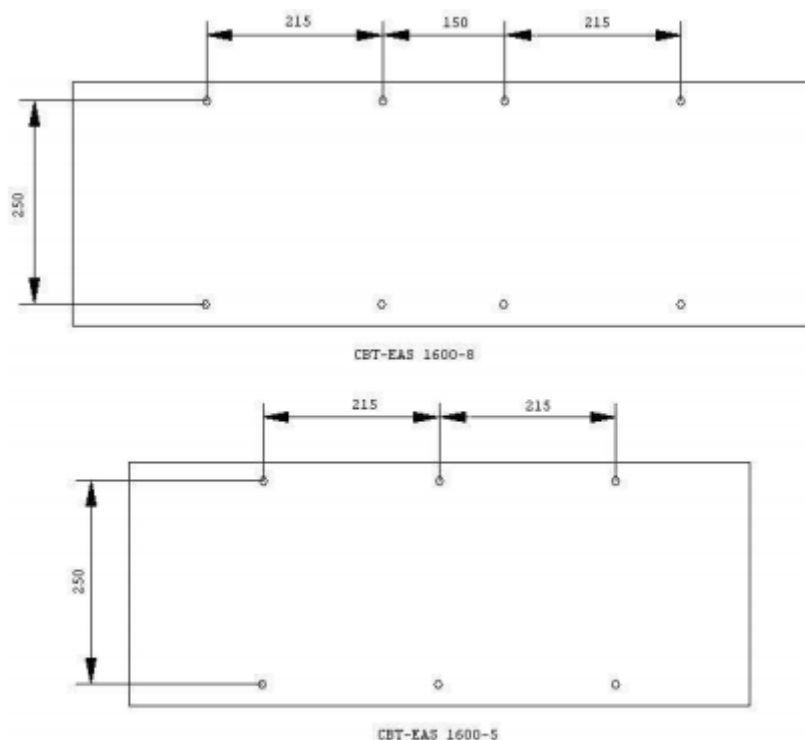


Fig. 4: Dimensiones del anclaje (mm)

- *Grado de Protección:* El grado de protección del CBT-EAS-ST equipado con las protecciones amovibles, que tendrá una vez instalado, será IP2X según la norma UNE 20 324. Así mismo tendrá un grado de protección IK08 según la norma UNE EN 50 102. El grado de protección IP2X, se mantendrá en el CBT-EAS-ST durante todas las operaciones que se realicen en él excepto la conexión de cables (entrada y salida) y la instalación de una base portafusibles tripolar. La conexión del neutro de las salidas tendrá un grado IP2X según la norma UNE 20 324. Las superficies horizontales superiores de las barreras o envoltentes que son fácilmente accesibles, deben proporcionar un grado de protección mínimo de IPXXD.
- *Propiedades de los materiales aislantes:* Inflamabilidad.- Deberán someterse al ensayo de inflamabilidad muestras representativas de cada uno de los materiales aislantes según se indica en el apartado 10.2.3.102 de la norma IEC 61 439-5. El informe de ensayo deberá especificar a que partes del conjunto se ha realizado el ensayo. Estabilidad térmica.- La estabilidad térmica de las partes aislantes del conjunto deberá verificarse por el ensayo de calor seco tal y como se indica en el apartado 10.2.3.1 de la norma UNE EN 61 439-1. Adicionalmente, se realizará el ensayo especificado a tal fin en el apartado 10.2.3.101 de la norma IEC 61 439-5. 4.2.4.3 Resistencia de los materiales aislantes al calor anormal y al fuego debido a efectos eléctricos internos.- El ensayo se realizará según lo establecido en la norma UNE EN 61 439-1. Se aplicará sobre una BTVC completa y las condiciones en cuanto a posición, ventilación, etc. no serán distintas a las de su uso normal dentro del conjunto, de tal forma que, se puedan comprobar los efectos de los esfuerzos térmicos y de las llamas producidas en las muestras de ensayo o de las partículas incendiadas o incandescentes que puedan caer en sus inmediaciones. En el caso de que no sea posible realizar el ensayo con una BTVC completa, se podrán admitir las soluciones indicadas en la norma UNE EN 60695-2-11, previo consenso en cuanto a la solución a adoptar.
- *Tornillería:* Las conexiones eléctricas de los circuitos principales serán realizadas con tornillería de acero inoxidable. Los tornillos de las pletinas de entrada deberán venir suministrados con el cuadro. El resto de tornillería deberá ser de acero al carbono y tendrá el tratamiento adecuado para asegurar una eficaz protección contra la corrosión de 500 horas de niebla salina según norma UNE EN 60 068-2-11. Todas las conexiones eléctricas realizadas mediante una unión atornillada se deberán asegurar mediante el uso de arandelas-muelle o tuercas autoblocantes.
- *Anclaje para las bases tripolares verticales (BTVC):* Tiene como misión asegurar una fijación mecánica al CBT-EAS-ST de las bases tripolares verticales. La fijación de las bases portafusibles al anclaje se deberá poder realizar con una sola herramienta aislada.
- *Conexión a tierra de protección:* El bastidor del CBT-EAS-ST dispondrá en la zona inferior y visible desde el frontal, de un tornillo inoxidable de M-12 para la puesta a tierra de las partes metálicas del CBTEAS-ST.
- *Protección de las pletinas de entrada y de la entrada auxiliar:* Será de material aislante exento de halógenos. Cuando la protección de las pletinas de entrada o de la entrada auxiliar se realice mediante tubos y capuchones, estos deberán venir suministrados con el cuadro.
- *Distancias de aislamiento y líneas de fuga:* Este tipo de material se clasifica dentro del siguiente grupo. Grupo de material II ($400 \leq IRFS \leq 600$) El grado de contaminación para la realización del ensayo deberá considerarse, grado de contaminación 3 en condiciones de campo no homogéneo. Opcionalmente a la medida de las líneas de fuga, se podrá realizar un ensayo de propiedades dieléctricas con tensión soportada a frecuencia industrial de 3,5 kV. Para determinar que cumple las distancias en el aire

requeridas, bastará con cumplir con el ensayo de Tensión soportada al impulso y complementariamente con la misma tensión: Entre cada polo del circuito principal y, los otros polos y la envolvente puesta a tierra conectados juntos (desconectando los circuitos de control y auxiliares conectados al circuito principal) con las BTVC cerradas y con los cartuchos fusibles correspondientes.

Características eléctricas

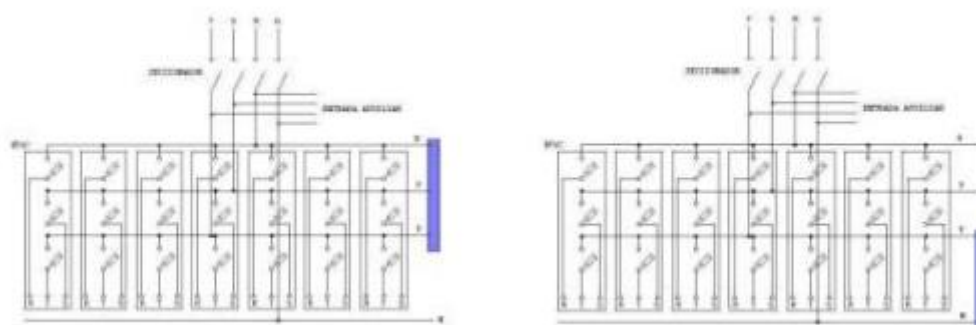
- *Propiedades dieléctricas*: Se estará a lo establecido en la norma UNE EN 61 439-1 a lo que este apartado se refiere, con las siguientes consideraciones. La disposición de los TI's en el circuito y su aislamiento a masa no deben reducir la resistencia dieléctrica por lo que el ensayo se realizará con los TI's en su posición habitual con el secundario aislado de masa. Tensión soportada a frecuencia industrial: se aplicará, durante 5s tal y como se establece en la norma UNE EN 61 439-1, - Entre todos los polos del circuito principal conectados juntos (incluyendo los circuitos de control y auxiliares conectados al circuito principal) y la envolvente puesta a tierra con las BTVC cerradas y con los cartuchos fusibles correspondientes. - Entre cada polo del circuito principal y, los otros polos y la envolvente puesta a tierra conectados juntos (incluyendo los circuitos de control y auxiliares conectados al circuito principal) con las BTVC cerradas y con los cartuchos fusibles correspondientes. - Entre cada secundario de los TI's y los otros secundarios, los polos del circuito principal y la envolvente puesta a tierra conectados juntos. La tensión aplicada será la misma que la del apartado b). Tensión soportada al impulso de 1,2/50µs: Se aplicará, cinco veces para cada polaridad a intervalos como mínimo de 1s, - Entre todos los polos del circuito principal conectados juntos (incluyendo los circuitos de control y auxiliares conectados al circuito principal) y la envolvente puesta a tierra con las BTVC cerradas y con los cartuchos fusibles correspondientes. La tabla 1, indica las tensiones a aplicar en cada caso.
- *Calentamiento*: Cumplirá con lo indicado en la norma UNE EN 61 439-1 según su apartado 10.10.2 verificación por ensayo con corriente, de acuerdo con el apartado 10.10.2.3.5 y las especificaciones que aquí se detallan. Para el ensayo, el CBT-EAS-ST se preparará con 4 bases portafusibles de tamaño 2 según norma NI 50.48.21, dispuestas en la posición más cercana del seccionador o interruptor-seccionador. Se utilizarán fusibles calibrados de 400A/34W. La alimentación se efectuará por medio de 4 cables de tensión nominal 0,6/1 kV (cu), 240 mm² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC, por fase. A las salidas de la BTVC se conectará el cable especificado en la NI 56.31.21 de tensión nominal 0,6/1 kV (AL), 240 mm² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC. La longitud de los cables se estará a lo dispuesto en la UNE EN 61439-1. Los terminales serán los indicados en la NI 56.88.01. A las conexiones se les aplicará un par de apriete de 32 Nm. Se podrá sustituir los fusibles por imágenes térmicas que disipen una potencia equivalente a la especificada.

Tabla 8
Límites de temperatura

Punto de medida	Límite (k)		Punto de medida	Límite (k)	
Conexión entrada (R)	70		Env. Trasera	Metálica	Aislante
				40	50
Conexión entrada (S)	70		Embarrado Horizontal (R)	105	
Conexión entrada (T)	70		Int-Secc Sup. (R)	80	
Env. Frontal BTVC	50		Int-Secc Sup. (S)	80	
Asa BTVC	25		Int-Secc Sup. (T)	80	
Borne salida BTVC	70		Int-Secc Inf. (R)	80	
Env. Lateral Dch.	Metálica	Aislante	Int-Secc Inf. (S)	80	
	30	40			
Env. Lateral Izd.	Metálica	Aislante	Int-Secc Inf. (T)	80	
	30	40			
Env. Frontal	Metálica	Aislante	Entrada auxiliar de grupo electrógeno*	70	
	30	40			

* Para el ensayo de calentamiento de la entrada auxiliar de grupo electrógeno, la fuente de energía se realizará a través de ésta en las mismas condiciones que en situación real, intensidad asignada 1600A.

- *Resistencia a cortocircuitos*: Deberá cumplir con lo indicado en el apartado 10.11.5 de la norma UNE EN 61 439-1 para los valores indicados en la tabla 9.



a) Cortocircuito entre fases b) Cortocircuito entre fase y neutro.

Figura 5: Disposición de las barras para ensayo de cortocircuito

Tabla 9
Intensidades de cortocircuito

Tipo de cortocircuito	Valor eficaz kA	Valor de cresta kA
Entre fases 1 seg. Fig. 5a	25	52,5
Entre fase y neutro 1 seg. Fig.5b	15	31,5

Resumiendo podemos decir del CBTO-K lo siguiente:

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-K, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-K de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-K existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión asignada de empleo: 440 V

Tensión asignada de aislamiento: 500 V

Intensidad asignada en los embarrados (vertical y horizontal): 1600 A

Frecuencia asignada: 50 Hz

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 10 kV

entre fases: 2,5 kV

Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 20 KV

Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 25 kA

Intensidad Asignada de Cresta: 52,5 kA

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS PARA UN CUADRO DE 5 SALIDAS

Anchura máxima: 800 mm

Anchura Real (CBTO-K): 600 mm

Altura máxima: 1890 mm

Altura Real (CBTO-K): 1100 mm

Fondo máximo: 350 mm

Fondo Real (CBTO-K): 300 mm

OTRAS CARACTERÍSTICAS

Salidas de Baja Tensión: 5 salidas (5 x 400 A)

El fabricante nos proporciona los datos del cuadro de baja tensión mencionado en su siguiente ficha técnica:

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Elevada seguridad (IP2X en todo el cuadro).
- Calidad de Servicio.
- Fiabilidad.
- Compartimentación de las diferentes unidades funcionales.
- Anclaje mecánico de las bases a la placa soporte aislante.
- Materiales autoextinguibles.
- Facilidad de maniobra.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión asignada	440 V
Intensidad asignada	1600 A
Tensión soportada a frecuencia industrial	2,5 kV (partes activas - masa)
Tensión soportada a impulso tipo rayo	10 kV (partes activas - masa)
Intensidad de cortocircuito	20 kV
Grado de protección	25kA / 1s
	IP 2X, IK 08

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

CBTO-K (Ancho x Alto x Fondo) [mm] 600 x 1100 x 300

NORMATIVA APLICADA

- UNE EN 60439-1
- UNE EN 60947-3

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS



UNIDADES FUNCIONALES

- Placa soporte compartimentada, de material aislante y autoextinguible.
- Unidad seccionadora con unidad de acometida principal y auxiliar (o de socorro) integradas.
 - Funciones principales:
 - Acometida + Seccionamiento + Alimentación a embarrado de distribución.
 - Funciones adicionales:
 - Control y medida + Acometida auxiliar (o de socorro).
 - Seccionador:
 - Constituido por 4 unidades unipolares acoplables entre sí (vertical u horizontalmente).
 - Maniobra unipolar manual (categoría de empleo AC20B).
 - Accionamiento mediante herramienta específica.
 - Compatibilidad con BTVC (185 mm entre ejes).
 - Integración de transformadores de intensidad.
- Unidad de protección constituida por bases tripolares verticales cerradas.
- Unidad de control y medida.
- Bastidor de anclaje (suelo o pared).
- Soporte para cables de salida de las líneas de distribución de BT.
- Ensayos Adicionales
 - Análisis de comportamiento ante el fuego.
 - Análisis frente a arco interno, según UNE 201001.

CONDICIONES DE EMPLEO

El **CBTO-K** está previsto para ser utilizado en las condiciones de empleo descritas en la norma UNE-EN 61439-1 apartado 7, que son:

Temperatura del Aire Ambiente

La temperatura de aire ambiente para la instalación en interior no debe superar los + 40 °C y la temperatura media durante un periodo de 24 horas no debe sobrepasar los + 35 °C. El límite inferior de la temperatura del aire ambiente debe ser de - 5 °C.

Condiciones Atmosféricas (Instalaciones de Interior)

El aire debe ser limpio y la humedad relativa no sobrepasar el 50% a una temperatura máxima de +40 °C. Pueden admitirse grados de humedad relativa mas elevados a temperaturas mas bajas.

Grado de Contaminación

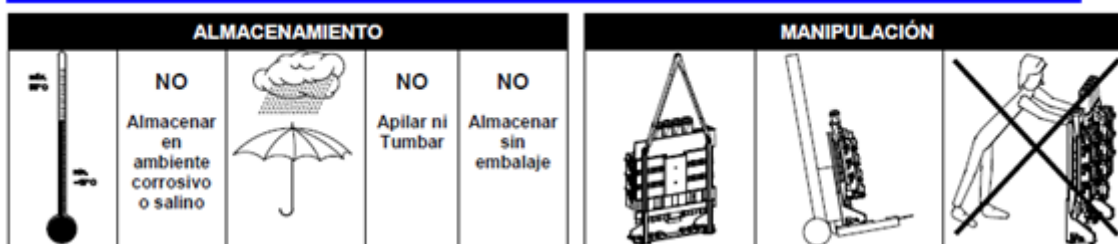
El **CBTO-K** está destinado a aplicaciones industriales con un grado de contaminación 3 en general. Presencia de una contaminación conductora o de una contaminación seca no conductora que se convierte en conductora por condensación.

Altitud

La altitud del lugar de la instalación no debe sobrepasar los 2000 m.

Para otras condiciones de empleo diferentes a las expuestas o no mencionadas en este documento, consultar con el departamento Técnico - Comercial de Ormazabal.

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN



INSTALACIÓN

El **CBTO-K** tiene unos orificios en la parte inferior para su anclaje al suelo. El **CBTO-K** debe estar bien anclado al suelo para poder efectuar las maniobras correctamente y de forma segura. La posición de éstos es la mostrada en la siguiente figura.

El **CBTO-K** puede ser montado utilizando los dos carriles horizontales (accesorio) de la figura o directamente sobre sus patas verticales.

CONEXIONADO

Acometida

El **CBTO-K** está dispuesto de tal forma que puede acometerse desde el transformador hasta con cuatro cables de 240 mm² por fase, dependiendo de la intensidad y de los requisitos del cliente. Previo al conexionado los cables deben atravesar la goma de cierre del capuchón de protección.

Para la conexión de los cables de acometida utilizar los valores de par de apriete indicados en la tabla del apartado 3.1.6.

Salida

La conexión de los cables de las salidas de BT se realiza en los terminales de salida de las bases portafusibles. Al realizar esta operación, comprobar la aplicación de los pares de apriete que se indican en la tabla del apartado 3.1.6.

Control

En la parte de superior del **CBTO-K** se instala el control según el esquema-especificación del cliente. Junto con el **CBTO-K** se entrega el esquema del circuito de control.

Transformador de Intensidad

En el caso en el que el **CBTO-K** tenga uno o más transformadores de intensidad para la medida, éste se debe integrar en el polo del seccionador. El transformador de intensidad que se suministra, está especialmente diseñado para este tipo de cuadro y mantiene la clase de precisión entre el 20 % y el 150 % de la intensidad asignada al **CBTO-K**. Esta característica permite que no sea necesario cambiar el transformador de intensidad ante un cambio de potencia del transformador de distribución.

Conexiones a Tierra

- Se debe conectar la pletina de neutro a la red de tierras de servicio (o de neutro).
- Se debe conectar el bastidor metálico a la red de tierra de protección (o de herrajes).

Par de Apriete

El par de apriete para las uniones eléctricas queda fijada con la siguiente tabla:

MÉTRICA	PAR DE APRIETE [Nm]	
	Acero 8.8	Inoxidable A2
M12	32* / 56	
M10	32	

* 32 Nm aplicable a los tornillos en las pletinas de salida de las bases tripolares.
Ver IP bases tripolares

SECUENCIA DE OPERACIONES

Antes de manipular el **CBTO-K** leer atentamente este documento de Instrucciones Generales. Ante cualquier duda o necesidad de información adicional ponerse en contacto con el departamento Técnico – Comercial de Ormazabal.

Siempre que se manipule el **CBTO-K** han de tenerse presente los criterios de las normas UNE-EN 50110-1 y -2.

APERTURA DEL SECCIONADOR

El **CBTO-K** dispone en su posición central de un seccionador tetrapolar de maniobra unipolar manual, que permite aislar el **CBTO-K** del transformador de distribución. La secuencia de operación para la apertura del seccionador es la siguiente:

- Abrir el interruptor de la celda de media tensión.
- Comprobar la ausencia de corriente en el **CBTO-K**
- Con la herramienta de accionamiento abrir sucesivamente los polos del seccionador de arriba a abajo.



Para abrir cada uno de los polos, introducir la herramienta en el mismo por la abertura superior hasta que la herramienta haga tope y tirar hacia abajo de la herramienta, sacar la herramienta por la abertura inferior y repetir la operación en cada polo.

Una vez finalizada la maniobra, dejar la herramienta de accionamiento en su lugar.

¡ATENCIÓN!

NO MANIPULAR EL SECCIONADOR EN CARGA

Una vez abierto el seccionador, se puede comprobar la apertura del mismo en los puntos de comprobación de que dispone para tal efecto.



CIERRE DEL SECCIONADOR

Para la operación de cierre del seccionador la secuencia es la siguiente:

- Comprobar que el interruptor de la celda de protección de MT está abierto y si no es así, abrirlo.
- Comprobar la ausencia de corriente en el **CBTO-K**
- Con la herramienta de accionamiento cerrar secuencialmente los cuatro polos del seccionador de abajo a arriba.



COLOCACIÓN Y CAMBIO DE LOS FUSIBLES EN LA BASE TRIPOLAR

¡ATENCIÓN!

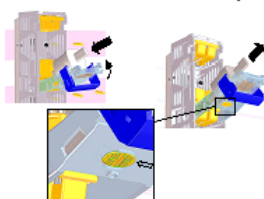
Trabajo en proximidad de tensión únicamente realizable por personal especializado.

La colocación o cambio de un fusible se puede realizar sobre la tapa en posición abierta o en posición extraída. La extracción del fusible de la base se lleva a cabo retirando el bloqueo mecánico que fija el fusible a la tapa. Para realizar esta operación basta con presionar el gatillo de la tapa.

Las bases portafusibles de tamaños 00 / 1 / 2 / 3 han de equiparse con fusibles del mismo tamaño que la base, por tanto, las bases de tamaño 00 con fusibles de tamaño 00, las de tamaño 1 con fusibles de tamaño 1 y así hasta el tamaño 3.

Insertar los fusibles y cerrar las tapas

Para retirar el fusible mover la pieza de bloqueo amarilla hacia la izquierda



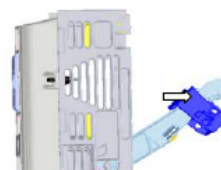
DESCONEXIÓN-CONEXIÓN

¡ATENCIÓN!

Maniobra en carga solo realizable por personal especializado

Desconexión. Ejercer en el asa de la tapa portafusibles una tracción energética hacia afuera con el fin de provocar el giro de la misma sobre su eje y la extracción de las cuchillas del fusible de los contactos de la base.

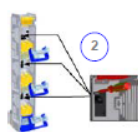
Conexión. Invertir el movimiento anterior.



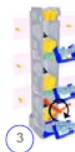
Estas operaciones se realizan con guante aislado y careta para evitar posibles proyecciones

AMPLIACIÓN DEL NÚMERO DE BASES EN EL CBTO-K:

Para ampliar el número de salidas del **CBTO-K** con un máximo de 5 es necesario montar una base portafusibles en uno de los huecos existentes. Para realizar esta operación la secuencia es la siguiente:



1. Retirar la protección del hueco donde vamos a instalar la nueva base portafusibles.
2. Para realizar la operación en tensión de forma segura, abrir las tapas portafusibles y con ayuda de un destornillador de punta plana, abrir las tapas negras de acceso a los terminales.
3. Realizar la unión a las 3 fases con herramienta aislada comprobando el par de apriete de la misma según los valores de la tabla del apartado 3.1.6.
4. Cerrar las tres tapas negras, conectar los cables de salida y colocar los fusibles.



¡ATENCIÓN!
Quedan puntos en tensión desprotegidos. Trabajo en tensión. Operación solo realizable por personal especializado

CONEXIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO PREVIO PASO POR CERO

Cada polo del seccionador dispone de dos puntos de conexión para un grupo electrógeno. Cada uno de estos puntos de conexión admite la colocación de un cable de hasta 240 mm² de sección con terminal de compresión de un ancho máximo de pala de 36 mm.

La operación de conexión del cable de alimentación desde el grupo auxiliar al seccionador, una vez verificada la apertura del interruptor de la celda de MT y la ausencia de corriente (interrupción momentánea del servicio) en el **CBTO-K** es la siguiente:

1. Abrir el seccionador siguiendo las instrucciones del punto 4.1 de este documento.
2. Con una llave "allen" aislada de M6 soltar el tornillo de conexión de la acometida auxiliar ubicada en el frente del seccionador.
3. Desplazar el tornillo de conexión hacia el exterior del seccionador tirando del tapón azul.
4. Abrir la tapa e introducir el cable en el seccionador.
5. Con la llave "allen" aislada apretar el tornillo, comprobando que el par de apriete se ajusta a los valores de la tabla del apartado 3.1.6.

Para la operación de conexión del grupo electrógeno, seguir los procedimientos aprobados por la empresa que realiza el trabajo y la empresa responsable del suministro eléctrico.

¡ATENCIÓN!
Trabajo en proximidad de tensión. Operación solo realizable por personal especializado



1.9.3.9 Unidad de Protección (RPTA), Automatismos y Control

Como hemos dicho antes el relé de protección RPTA es opcional y en nuestro caso vamos a incorporarlo para el presente Centro de Transformación y Reparto (CTR-10) cuya descripción se ve en la siguiente ficha técnica del fabricante:

SISTEMA AUTÓNOMO DE PROTECCIÓN - RPTA

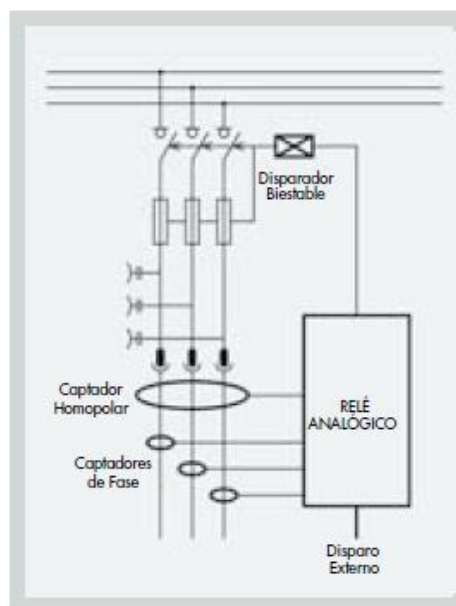
APLICACIÓN

El **RPTA** es un sistema autónomo de protección desarrollado específicamente para su aplicación a la posición de protección con fusibles de los sistemas **CGM** y **CGC**.

Las funciones de protección que realiza son:

- contra sobrecorrientes (5I).
- contra fugas a tierra⁽¹⁾ u homopolar (50N).
- contra sobrecalentamientos (disparo externo por termostato).

El tarado de estas protecciones por medio de los diales en la carátula del relé es muy sencillo y rápido (**RPTA - Utilización**).



El puerto de entrada del relé del disparador externo sirve para conectar el transductor del termostato cuyo sensor va acoplado al transformador y que controla la temperatura del aceite dieléctrico y del devanado. La temperatura del transformador es directamente proporcional a la sobrecarga del mismo con lo cual a más sobrecarga mayor será la temperatura del trafo.



DESCRIPCIÓN

En el esquema del RPTA se diferencian tres elementos:

Captadores toroidales: Son tres toros que rodean respectivamente a cada uno de los cables del sistema eléctrico. Su misión es alimentar al relé, y a la vez, darle indicación de la corriente que circula por cada una de esas fases. Si se requiere protección contra fugas a tierra, es necesario incluir un cuarto toro rodeando las tres fases.

Disparador biestable: Se emplea un disparador electromecánico que con un pequeño impulso de tensión desencadena la apertura del interruptor.

Relé analógico: En este relé de bajo consumo se pueden distinguir las siguientes partes:

- 1- Visualización: Testigos luminosos para indicar la causa de la apertura del interruptor o para señalar la existencia de alimentación auxiliar (A). Las teclas **Visualizar** (B) y **Reset** (C) permiten mostrar y borrar la causa del disparo.
- 2- Tarado de la protección de sobreintensidad: La intensidad de regulación se fija mediante los diales **I_n** (D) e **I_b** (E).
- 3- Tarado de la protección contra fugas a tierra: Mediante el dial **I_o** (F) se fija la intensidad homopolar umbral, y con el dial **T** (G) se especifica el tiempo de actuación.

(1) Opcional según modelo de relé. Puede ser inhibida.

UTILIZACIÓN

Ejemplo de tarado del RPTA sobre celdas CGM o CGC:
Transformador de 400 kVA y 20 kV; sobrecarga admitida 20%; corriente homopolar 10% de la del transformador con actuación en 1,5 s aproximadamente.

Los pasos para fijar la protección son los siguientes:

CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE REGULACIÓN

1) Corriente del transformador

$$I = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,55 \text{ A}$$

2) Corriente admitida transformador (20% de sobrecarga)

$$I_{\max} = 1,2 \times 11,55 = 13,86 \text{ A}$$

PROTECCIÓN DE FASE

3) Corriente de regulación de fase (el valor más cercano a I_{max})

$$I_r = 14 \text{ A} = 10 \times 1,4$$

4) Selección de la protección por sobreintensidad:

Dial **I_n** ↔ Colocado al valor 10

Dial **I_b** ↔ Colocado al valor 1,4

La sobrecarga realmente admitida será
14/11,55 = 1,21 ↔ 21%

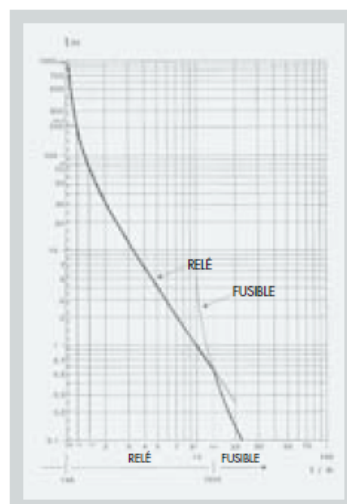
Fase

Si **I** menor de 14 A → no actuará la protección de sobreintensidad.

Si **I** entre 14 y 190 A → actuará el relé en el tiempo dado por su curva de actuación.

Si **I** mayor de 190 A → actuará el fusible en el tiempo dado por su curva de actuación.

En todos estos casos puede también actuar el disparo exterior, que sólo resulta inhibido a partir de 300 A.



PROTECCIÓN DE TIERRA

5) Corriente homopolar admitida

$$10\% = 0,10 \times 14 = 1,4 \text{ A}$$

6) Selección de la protección por fuga a tierra (homopolar):

Dial Io ↔ Colocado al valor 1,5
(más cercano a 1,4 A)
Dial T ↔ Colocado al valor 1,55
(más cercano a 1,5 s)

7) El fusible recomendado para la protección en celdas CGM es, según las tablas de fusibles para CGM o CGC:

$$I_{fus} = 40 \text{ A}$$

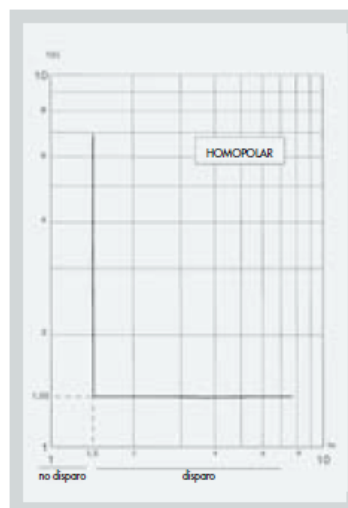
(↪ **SISTEMA CGM - Funciones de protección**)

y su curva característica depende del fabricante. Este valor no está fuera de lo prescrito para fusibles+RPTA en la tabla correspondiente (↪ **RPTA - Características técnicas**).

En los siguientes gráficos se han representado las curvas características del RPTA y del fusible empleado, observándose las zonas de protección:

Homopolar

Si lo menor de 1,5 A → no actuará la protección homopolar.
Si lo mayor de 1,5 A → actuará la protección homopolar en 1,55 s.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Características de disparo

PROTECCIÓN DE FASE: Curva extremadamente inversa (según CEI 60255) con limitación a 300 A o a 20 veces la corriente de regulación (el valor que sea menor). A partir de ese punto se bloquea, dejando actuar a los fusibles.

PROTECCIÓN DE TIERRA: Tiempo de disparo entre 0,5 y 2,15s.

DISPARO EXTERNO: Instantáneo.

Rango de aplicación

Corriente de regulación de fase: de 3 a 80 A.

Corriente de regulación homopolar: de 0,5 a 10,5 A (esta protección puede ser inhibida).

Alimentación

Autoalimentado por los captadores toroidales si la corriente es mayor de 3 A. Opcionalmente existe un módulo de alimentación auxiliar de 230 Vca, para extender el funcionamiento por debajo de ese nivel.

Señalización de disparo

Dispone de indicadores para discriminar la causa del disparo: Sobreintensidad de fase, Fuga a tierra y Disparo externo.

Funcionamiento coordinado con fusibles en celda

La tabla adjunta presenta los valores máximos recomendables de los fusibles para su uso en celdas CGM o CGC dotadas de RPTA.

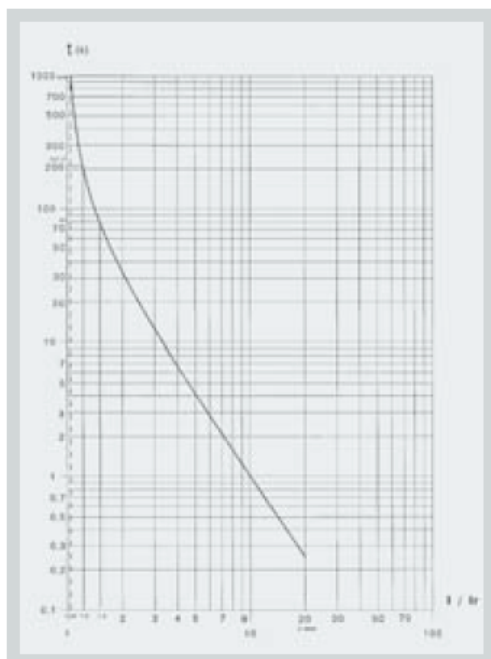
Otras características

térmica/Idinámica: 20/50 kA

Tª funcionamiento: de -10 a 60° C

Disparo exterior: Contacto libre de tensión (termostato, contacto auxiliar, etc.).

Ensayos mecánicos y de compatibilidad electromagnética (según CEI 60255 y CEI 61000-4) en su nivel más severo.



SELECCIÓN DE RELÉ

Los modelos disponibles con los elementos que incluyen se exponen en el siguiente cuadro:

CARACTERÍSTICA	Modelo 3000	Modelo 3111
Protección de sobreintensidad 3 captadores toroidales de fase Disparador biestable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Unidad de disparo exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Unidad de protección homopolar Captador toroidal homopolar		<input checked="" type="checkbox"/>
Unidad de visualización de disparo		<input checked="" type="checkbox"/>
Unidad de alimentación auxiliar		<input checked="" type="checkbox"/>

Opcionalmente se podría instalar para las celdas de media tensión las siguientes unidades de motorización, automatismos y control:

MOTORIZACIÓN, TELEMANDO Y AUTOMATISMOS

MOTORIZACIÓN

Las celdas motorizadas son aquellas que incluyen mandos del tipo BM o RAMV. Las que tienen mandos B o RAV son motorizables mediante las correspondientes operaciones de cambio o transformación de mandos.

El funcionamiento de una celda motorizada con mando BM es análogo al de una no motorizada, salvo que añade la posibilidad de accionamiento del interruptor/seccionador (pero no del seccionador de puesta a tierra) desde un cuadro de control o por telemando.

En el caso de la celda motorizada de interruptor automático (mando RAMV), la función que realiza es la carga automática de resortes, sin necesidad de orden de carga, cuando detecta que estos están destensados. No obstante, se dispone también de la palanca de carga de resortes para realizar la operación manualmente.

Características de los grupos Motorreductores (BM y RAMV)

Tensión Nominal [V]		24 c.c.	48 c.c.	110 c.c.	230 c.a.
Tiempo de Activación Máximo [s]	BM	4	4	4	5
	RAMV	13	13	13	13
Consumo Medio [W] o [VA]	BM	50	50	50	150
	RAMV	45	45	45	45
Pico Intensidad de Arranque [A]	BM	8,3	4,2	1,8	2,8
	RAMV	7,5	3,7	1,6	0,8



Sistema de Transferencia Programable STP

TELEMANDO Y AUTOMATISMOS

La realización de automatismos y el empleo de técnicas de telemando requiere que las celdas puedan operarse a distancia, lo cual es factible con:

- 1- Celdas dotadas del mando BM.
- 2- Celda de interruptor automático con mando RAMV y bobinas de cierre y apertura.

También se necesita un sistema controlador de celdas capaz de comunicarse con un centro remoto mediante modem o cualquier otro tipo de línea de comunicaciones.

Para la realización de transferencias de líneas en Centros con doble alimentación (o con grupo electrógeno de Media Tensión), se dispone de un Sistema de Transferencia Programable STP, que incluye las celdas, automatismos y resto de los elementos precisos para resolver estas aplicaciones.

Características de las Bobinas de disparo a emisión de Tensión⁽¹⁾

Tensión Nominal [V]		24 c.c.	48 c.c.	110 c.c.	230 c.a.
Consumo Medio [W] o [VA]	BR	80	80	80	80
	RAV y RAMV	50	50	50	60
Intensidad Instantánea [A]	BR	3,3	1,7	0,7	0,4
	RAV y RAMV	2,0	1,0	0,5	0,3

El rango de tensiones de funcionamiento de todos los modelos es (+10%,-15%).

(1) La celda CMP-V puede incluir una bobina de mínima tensión.

- **Mando.** Existen diferentes tipos de mandos. Todos ellos se pueden clasificar en dos grupos: mandos del interruptor automático y mandos del interruptor de tres posiciones.

Tipología de mandos	Clasificación	Características
Del interruptor automático	Manual	En este mando, la operación de carga de los resortes se realiza simultáneamente y mediante una palanca para la doble maniobra de cierre y apertura.
	Motorizado	Es análogo al mando manual, pero en este las operaciones de carga de muelles las realiza un motor.
Del interruptor de tres posiciones	Manual	Cada maniobra la debe realizar directamente el operario mediante una palanca de accionamiento.
	Manual con retención	Es similar al mando manual, pero en este, tras el cierre del interruptor, hay que cargar el resorte de apertura. Esta se puede ejecutar mediante pulsador, por medio de la bobina de apertura, por acción de los fusibles o mediante el disparador del relé de protección.
	Motorizado	Además de las funciones del mando manual, se pueden realizar todas las operaciones con un motor, el cual permite accionar el telemando del interruptor.
	Conmutación motorizada	Facilita la realización de conmutaciones de líneas instantáneamente por medio de un accionamiento motorizado.

Tabla 1.14. Tipos de mandos.

1.9.3.10 Materiales y Elementos de Seguridad, Señalización y Maniobra

Las disposiciones generales de seguridad que tiene que cumplir un CT son:

Características de los locales	Normativa contra incendios
<ul style="list-style-type: none"> No puede ubicarse en su interior ninguna instalación ajena a su función. Se dispondrá de un acceso libre e inmediato al centro desde el exterior para el personal de la empresa suministradora, que permita el paso de vehículos para carga y descarga de materiales. El piso (forjado o solera) estará calculado para una sobrecarga de 3 500 kg/m² repartida de manera uniforme. Debajo de cada transformador se construirá un pozo de dimensiones en planta de 140 x 90 cm y profundidad no inferior a 50 cm, para recogida de eventuales pérdidas de líquido refrigerante. Este pozo se conectará a otro de recogida, que en ningún caso debe estar conectado al alcantarillado. El local estará defendido contra la entrada de agua del exterior, sobre-elevándose al menos 30 cm sobre el nivel freático en los locales de superficie o protegiéndose mediante drenajes e impermeabilización en los cerramientos. En cualquier caso, junto a la entrada se dispondrá una arqueta sumidero conectada al saneamiento. El local tendrá un nivel de iluminación mínimo de 150 lux, conseguidos al menos con dos puntos de luz, con interruptor, junto a la entrada, y una base de enchufe. Las dimensiones interiores mínimas de los locales destinados a CT, sin incluir los espacios de acceso, dependerán del tipo de equipo y de la tensión nominal de la línea de distribución en AT que alimente al CT. Los locales para centros interiores y exteriores de superficie tendrán una puerta de acceso que abrirá hacia el exterior, de 2,30 m de altura y 1,40 m de anchura, como mínimo. 	<ul style="list-style-type: none"> Los materiales de revestimiento serán siempre resistentes al fuego. Sus cerramientos tendrán una resistencia al fuego en función del uso del edificio y del grupo de que se trate. En los centros interiores con equipo sencillo y en los exteriores exentos, el local estará protegido contra incendios mediante un extintor de eficacia 21B. Dicho elemento se instalará en el exterior y junto a la puerta de acceso. En los demás casos, el CT deberá protegerse mediante una instalación automática de inundación total, realizada con dióxido de carbono o hidrocarburos halogenados. La reserva de gas para la extinción será como mínimo de: dióxido de carbono (1,5 kg/m³ de local) e hidrocarburos halogenados (5% del volumen total del local).

A parte de eso el fabricante ORMAZABAL recomienda y cumple con las siguientes disposiciones para sus CTs:

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Los Elementos de Seguridad, Señalización y Maniobra que instalaremos en el presente Centro de Transformación y Reparto serán los siguientes:

- 1) **Defensa Física del Transformador:** consiste en una rejilla metálica que separa el transformador del resto de aparamenta de media tensión (celdas de MT) y el cuadro de BT (CBTO-K).



- 2) **Equipos de Iluminación**

Iluminación Edificio de Transformación PFU-5: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros. El equipo de alumbrado debería ser capaz de proporcionar un nivel de iluminación medio de 150 lux en el interior del edificio del Centro de Transformación y Reparto PFU-5. Incluso para conseguir este nivel de iluminación podríamos instalar varias luminarias en sitios adecuados.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local: tiene que proporcionar un nivel luminoso de 20 lux durante al menos 1 hora en caso del fallo de suministro y estará ubicado encima de la puerta de entrada/salida. La placa de señalización de salida será del material fotoluminiscente:



3) Extintor de eficacia 89B de CO₂ y otro de eficacia 21B de polvo ABC.

EFICACIA DE EXTINTORES PORTÁTILES	
UNE 23-110-96	
CÓDIGOS DE EFICACIA	SIGNIFICADO
8A, 13A, 21A, 27A, 34A, 55A,...	Número: Longitud en dm del lado de un entramado de madera ardiendo de sección transversal constante y sobre un pedestal metálico que el extintor es capaz de apagar, según se establece en el ensayo normalizado. Letra A: Clase de fuego – SÓLIDOS
8B, 13B, 21B, 34B, 55B, 89B, 113B,...	Número: Litros de combustible normalizado (gasolina de aviación) ardiendo sobre bandejas circulares de diámetros especificados, que el extintor es capaz de apagar Letra B: Clase de fuego – LÍQUIDOS
C	Número : Carece Letra C: Clase de fuego – GASES



Extintor CO2 5 Kg

- Carga extintora y propulsora de dióxido de carbono puro.
- **Extintor** de eficacia 89B.
- Botella de acero aleado de una sola pieza, sin soldaduras.
- Peana en chapa de acero estampada.
- Válvula de latón, acero y caucho.
- Bocina manguera de polipropileno, caucho textil y acero.
- Producto certificado.
- Cumple normas UE 97/23/CE y 84/525/CE.

Características:

El CO₂, Dióxido de Carbono, o Nieve Carbónica es un agente extintor que tradicionalmente se usa para la extinción de fuegos en presencia de corriente eléctrica de cualquier intensidad y para los fuegos de clase B (líquidos inflamables).

Extinción:

Por Enfriamiento por absorción del calor. En combustibles de la clase A, sólidos inflamables, podría usarse en fuegos superficiales, ya que no es aconsejable en el momento que el grosor de la capa de brasa pueda superar los 5 mm.

Por Desplazamiento del oxígeno. Es su característica principal, junto a que no deja ningún tipo de residuo.



Extintor - 1kg Polvo ABC Eficacia 5A/21B C.

Funcionamiento: Manual
Presión de timbre: 17 Kg / cm²
Agente exterior: Polvo químico ABC
Agente impulsor: Nitrógeno. (15 gr.)
Temperatura de utilización: -20°C a 60°C
Carga nominal: 1 Kg. ± 5%
Peso total cargado: 2,100 Kg
Clase: Presión permanente

Extintor - 1kg Polvo ABC Eficacia 5A/21B C

PROPIEDADES.

Cualidades físico químicas del agente extintor

Fluido (resistente al apelmazamiento), no tóxico, neutro (no abrasivo, ni corrosivo) e insensible a las condiciones exteriores como humedad, temperatura o hielo. Además presenta gran poder de penetración en las llamas, y se puede utilizar en presencia de corriente eléctrica.

Mecanismo de la extinción

Polivalente, el polvo ABC actúa:

- Sobre las llamas, por catálisis negativa.
 - Sobre las brasas, por refrigeración y por la formación de una capa de barniz a la vez aislante e ignífuga que envuelve el material y lo protege del fuego evitando su reinflamación.
- En difusión, el polvo ABC forma una pantalla aislante que protege al operador de la radiación de calor del fuego.

EFICACIA.

Clases A, B o C

La polivalencia del polvo ABC asegura su eficacia sobre esos tres tipos de fuegos. Para los fuegos secos, clase A, sustituye los medios clásicos a base de agua, algunas veces contraindicados por presencia de corriente eléctrica. Para los fuegos líquidos o de gases, actúa con las mismas propiedades que el polvo BC.

Este tipo de polvo, está especialmente indicado para fuegos complejos o que conlleven simultáneamente todas las categorías de combustibles. El extintor podrá ser utilizado en presencia de tensiones eléctricas inferiores a 35.000 Voltios, el operador debe encontrar-se a una distancia superior de 1,5m. del riesgo eléctrico

El extintor está certificado según la Norma Europea EN3 7, por AENOR y el extintor tiene el marcado CE como equipo a presión según la Directiva 97/23 CE.

- 4) **Palanca de accionamiento para maniobra de celdas de MT:** consiste en una maneta (manivela) metálica que se introducirá en el orificio correspondiente en las celdas para poder mover el interruptor seccionador de 3 posiciones de las mismas.



Palanca de accionamiento

- 5) **La señalización en la puerta del CTR y todos los accesos que pueda tener con el triángulo de riesgo eléctrico con un cartel que contenga la siguiente frase: Alta Tensión Peligro de muerte, en la lengua o lenguas del lugar.**



- 6) **Cartel de primeros auxilios y de las 5 Reglas de Oro:** En el interior del CT en un lugar bien visible un cartel con las instrucciones necesarias para realizar la reanimación cardiopulmonar y un cartel bien visible que recuerde a todo el personal que deba operar en las instalaciones las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones de este tipo. He recalcado la palabra "recuerde" porque se supone que los trabajadores que deben trabajar en este tipo de instalaciones deben ser formados e informados tanto en materia de seguridad eléctrica como en primeros auxilios.





- 7) **Banqueta Aislante:** todas las maniobras en media tensión se deben realizar con el operario sobre la banqueta aislante que tiene que mantenerse sin polvo para evitar la corriente superficial y por consiguiente una descarga a tierra.



- 8) **Cartel Indicador de las Instrucciones de maniobra para el CTR concreto:** Un cartel indicador de las instrucciones de maniobra de los aparatos alojados en el CT o el procedimiento de maniobras, salvo aquellos en que ya venga especificado en los propios equipos.

- 9) **Esquema Unifilar del CTR:** Un esquema unifilar del CTR: su alimentación (entrada en Alta Tensión) y qué alimenta (salida o salidas), además de los esquemas de las instalaciones auxiliares.
- 10) **Guantes con Aislamiento de 20 KV:** Par de guantes aislantes para MT y para BT en una caja metálica, esta sería una posibilidad la otra es que cada operario tuviese sus guantes de uso exclusivo, esta última opción es la más higiénica. Aunque pueda parecer obvio realizar la correcta revisión y/o mantenimiento de los guantes, caducidad, inflado, etc. Todas las maniobras con las celdas de MT se tienen que hacer llevando puestos los guantes aislantes.



- 11) **Fusibles de MT y de BT de repuesto:** Se tendrán en un cajón fusibles de todos los modelos para las celdas de MT y cuadro CBTO-K.

- 12) **Manta Ignífuga:** se dispondrá en el armario de primeros auxilios una manta ignífuga. Una manta ignífuga o manta antiincendios es un dispositivo de seguridad diseñado para extinguir incendios incipientes o pequeños. Consiste en una lámina de material ignífugo que se coloca sobre el fuego con el fin de sofocarlo, al impedir la llegada de oxígeno.





13) Verificador óptico-acústico de tensión: Verificador óptico de tensión que si es, a la vez, acústico mejor sobre todo en CT de obra civil.



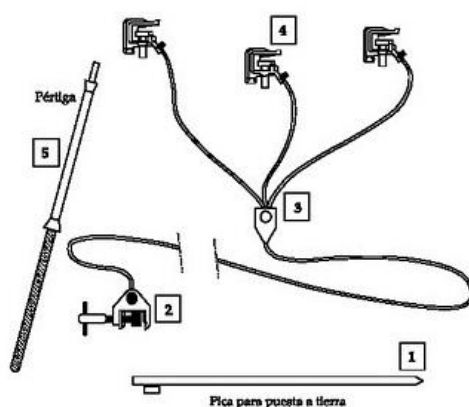
14) Respirador boca a boca y frasco de sales para el desmayo: se dispondrán en el armario de primeros auxilios de un respirador de boca a boca y frasco de sales para el desmayo para la reanimación del operario en caso de accidente



15) Cizalla con aislamiento de 20 KV: se dispondrá en un lugar determinado junto con verificador óptico-acústico de cizalla con aislamiento de 20 KV.



16) Dos juegos de manuales para la puesta a tierra y cortocircuito de la instalación o del primario y secundario del transformador.



Muchas empresas dedicadas a la seguridad venden panoplias de salvamento que incluyen la mayoría de equipos mencionados como los que se pueden ver en las siguientes imágenes:



1.9.3.11 Puesta a Tierra del Centro de Transformación y Reparto

Se distinguen 2 tipos de redes de puesta a tierra en el presente CTR:

1) Red de Puesta a Tierra de Protección que a su vez se divide en:

- a) Red de Puesta a Tierra de Protección Interior
- b) Red de Puesta a Tierra de Protección Exterior

2) Red de Puesta a Tierra de Servicio.

A continuación describiremos cada una de ellas y su utilidad.

Red de Puesta a Tierra de Protección Interior

Consiste en conectar todas las partes metálicas (envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior) no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación y Reparto a una línea de tierra de protección interior que es un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección y que recorre en el interior y perimetralmente el edificio del centro de reparto. Esta línea de protección interior se conectará a la **caja de seccionamiento de protección que enlazará la red de puesta a tierra de protección interior con la red de puesta a tierra de protección exterior**. Dicha caja estará ubicada en el lado interior izquierdo de la pared frontal de la envolvente. **PLANO 49**



Figura 1.6: Caja de Seccionamiento de Protección

Red de Puesta a Tierra de Protección Exterior

Consiste en un electrodo horizontal rectangular de dimensiones 7x2,5 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección e instalado a una profundidad de 0,5 m en cuyas esquinas se conectarán picas de acero galvanizado de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud. Dicho electrodo (red de tierras de protección exterior) se conectará mediante un conductor de cobre desnudo de 50 mm² y a través de un orificio situado en la parte inferior del edificio PFU-5 a la caja de seccionamiento de protección antes mencionada para estar así interconectadas ambas tierras de protección y así poder evacuar a tierra una intensidad de defecto a masa (en caso de producirse un contacto accidental de las partes en tensión a masas metálicas, éstas al estar unidas a la red de tierra de protección interior, podrán evacuar la corriente de defecto a tierra que pasará por la caja de seccionamiento de protección y la red

de protección exterior antes de derivarse a tierra. Para estas situaciones deberá actuar el relé de protección RPTA que tendrá captadores toroidales y podrá dar orden de disparo en caso de detectar un desequilibrio de fases. En caso de producirse el defecto a masa aguas arriba de la celda de protección del transformador (que es donde tenemos instalado el relé RPTA) tienen que actuar las protecciones de la subestación que alimentan nuestro polígono residencial al detectar una corriente homopolar en la red. El detalle de la red de protección exterior del CTR-10 PFU-5 se puede ver en el **PLANO 49**.

Red de Puesta a Tierra de Servicio

Sirve para conectar el neutro del transformador a tierra. En concreto lo que se conectará a tierra es la pletina del neutro del embarrado del cuadro de baja tensión. Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra de protección, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado para la red de tierra de servicio. La línea de tierra de servicio unirá el embarrado de neutro (pletina del neutro del embarrado del CBTO-K) con la caja de seccionamiento de tierra de servicio dispuesta en la cara interior derecha de la envolvente del CTR, mirando desde la zona de acceso al equipo eléctrico. Esta conexión se realizará por medio del cable de cobre aislado 0,6/1 KV de sección 50 mm².



Figura 3.13: Caja de Seccionamiento de Neutro

Desde dicha caja de seccionamiento de tierra de servicio saldrá un conductor de cobre aislado 0,6/1 KV y 50 mm² de sección (interconectado en la misma con el cable que viene de la pletina del neutro del embarrado) y atravesará la pared del edificio por un orificio situado en la parte inferior del mismo y diseñado especialmente para conectar al electrodo de servicio exterior el neutro del embarrado (neutro del transformador). En el exterior, el mismo cable de cobre de 50 mm² de sección procedente de la caja de seccionamiento de tierra de servicio además de ser aislado 0,6/1 KV estará protegido bajo tubo de PVC (tendido bajo tubo) de 160 mm de diámetro. Dicho cable se conectará al electrodo de tierra de servicio que consiste en 2 picas de acero galvanizado de 14 mm de diámetro y longitud 2 metros y enterradas a 0,5 metros de profundidad separadas 3 metros y unidas con un conductor de cobre desnudo de 50 mm².

PLANO 49

El fabricante ORMAZABAL define las características de conexión a tierra del centro PFU-5 de la siguiente forma:

CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE TIERRAS

El Centro de Transformación PFU está provisto de dos circuitos de tierras internos para facilitar la conexión de los diferentes elementos a la ejecución de la red de puesta a tierra exterior al Centro de Transformación.

Tierra de Protección (Herrajes)

La línea de tierra de protección (herrajes) recoge la puesta a tierra de los diferentes elementos que componen el equipo eléctrico (celdas de MT, transformador de potencia y Cuadro de Baja Tensión), así como la armadura de la envolvente de hormigón.

Esta línea de tierra de protección (herrajes) se conecta a la caja de seccionamiento de protección que el Centro de Transformación PFU dispone en la cara interior izquierda, mediante un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

La armadura metálica del cuerpo y la cubierta de la envolvente se conectan directamente a la caja de seccionamiento. Ambas armaduras están unidas eléctricamente mediante una trenza interior de cobre de 50 mm².



Figura 1.6: Caja de Seccionamiento de Protección

Tierra de Servicio (Neutro)

La línea de tierra de servicio (neutro) une el embarrado de neutro del transformador de distribución con la caja de seccionamiento dispuesta en la cara interior derecha de la envolvente del CT, mirando desde la zona de acceso al equipo eléctrico. Esta conexión se realiza por medio de cable de cobre aislado.

⚠ MUY IMPORTANTE

La pletina de neutro del CBT no está unida a la pletina de conexión de las tierras de protección (herrajes).

Tierras Exteriores

El proyecto de la instalación debe incluir el apartado correspondiente a la ejecución de la instalación de puesta a tierra (consultar proyecto tipo de la Compañía Eléctrica), así como la justificación de su dimensionado. En el apartado de Instalaciones de Puesta a Tierra del RAT (MIE-RAT 13) se establecen los requisitos que deben reunir este tipo de instalaciones.

Para la ejecución del electrodo de puesta a tierra a protección (herrajes) en el Centro de Transformación PFU se recomienda:

- Una superficie equipotencial tanto para la apartamentada como para la zona de maniobra.
- Otra superficie aislante de pasillo de maniobra de 1000 mm en la zona de celdas de MT, de forma que aporte una elevada resistividad superficial.

Cada proyecto debe contemplar el estudio del esquema de tierras más adecuado.

Se recomienda ejecutar simultáneamente las tierras exteriores. A este efecto se recomienda la consulta del proyecto tipo de instalación de Centros de Transformación disponible en la Compañía Eléctrica que da el servicio y es responsable de mantener la seguridad en la instalación de puesta a tierra de la obra.

La sección de las trenzas de cobre, la superficie de contacto de los terminales, los pares de apriete deben ser los apropiados para un paso de intensidad de defecto delimitada por las protecciones de la Red. Se recomienda el empleo de una red exterior de tierras de protección de 50 mm² de sección mínima de cobre desnudo.

En los casos en los que no sea viable mantener los valores de las tensiones de paso y contacto dentro de los límites fijados en la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13 del Reglamento de Centros de Transformación (R.D. 3275/1982 y actualizaciones), el propietario de la instalación debe tomar al menos una de las medidas adicionales de seguridad previstas en dicha instrucción, a fin de reducir los riesgos a las personas y a los bienes.

El par de apriete recomendado para las uniones eléctricas de la red de tierras se fija según la siguiente tabla:

PAR DE APRIETE [Nm]		
Métrica	Acero 8.8	Inoxidable A2
M8		21
M10		38
M12		60



Figura 1.7: Caja de Seccionamiento de Servicio

1.9.4 Centros de Transformación miniBLOK

1.9.4.1 Breve Descripción de la Instalación

Tendremos un total de 13 transformadores compactos tipo miniBLOK ubicados en el presente polígono residencial alimentados del anillo de MT procedente del centro de transformación y reparto CTR-10 (PFU-5). Las funciones de cada centro de transformación miniBLOK es recibir la energía eléctrica del anillo de MT y entregarla transformándola a un nivel de tensión de 20 KV a 400 V a los anillos de baja tensión. Cada CT miniBLOK alimentará a 2 anillos de baja tensión que darán servicio a CGPs, CGPMs y CMAPs ubicados en el presente polígono residencial. Todo el material eléctrico interior y el edificio prefabricado de hormigón serán suministrados por el fabricante ORMAZABAL. Como es un tipo de CT compacto y bastante raro de ver en la calle vamos a proceder a describir brevemente sus propiedades:

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS COMPACTOS

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO COMPACTO DE SUPERFICIE

miniBLOK

PRESENTACIÓN

El **miniBLOK** de Ormazabal es un **Centro de Transformación Prefabricado Compacto**, tipo kiosco, de instalación en **superficie** y maniobra exterior de reducidas dimensiones, construido de serie, ensayado y suministrado de fábrica como una unidad.

Se caracteriza por incorporar un conjunto eléctrico compacto tipo asociado (A) de Media Tensión **MB** de Ormazabal, para su utilización tanto en redes de distribución pública como privada hasta 36 kV.

Su cuidado diseño exterior y las reducidas dimensiones minimizan su impacto visual, siendo indicado su uso cuando el espacio disponible es limitado tanto en zonas industriales como en zonas residenciales.

Estos Centros de Transformación ofrecen como ventaja principal su elevada seguridad y protección, tanto de personas como de bienes frente a defectos internos, **clasificación IAC**, además de robustez y fiabilidad.

Debido a su fabricación, montaje, equipamiento interior y ensayos realizados íntegramente en fábrica, el **miniBLOK** ofrece una calidad uniforme y una considerable reducción de costes y de tiempo de instalación, con lo que se logra disponer rápidamente de un Centro de Transformación en servicio.



NORMAS APLICADAS

- IEC / UNE-EN 62271-202: Aparata de Alta Tensión: Centros de Transformación prefabricados.
- EN 50532*: Conjuntos Eléctricos compactos (CEADS)
- Bajo demanda:
 - Normas particulares de Compañía Eléctrica.
 - Reglamentaciones locales vigentes.

COMPOSICIÓN

Los Centros de Transformación Prefabricados Compactos **miniBLOK** presentan la siguiente configuración máxima:

- Conjunto eléctrico compacto asociado, **MB**:
 - Aparata de Media Tensión con aislamiento integral en gas: **CGM-COSMOS-2LP** hasta 24 kV o **CGM.3-2LP** hasta 36 kV. Esquema eléctrico (RMU) de 2 posiciones de línea, entrada y salida, y una posición de protección con interruptor combinado con fusibles.
 - Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
 - Transformador de Distribución de Media Tensión de 250, 400 o 630 kVA
 - Aparata de BT: cuadro de Baja Tensión con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.
 - Interconexiones directas de MT y BT.
 - Bastidor autoportante.
 - Conexión de circuito de puesta a tierra.
 - Alumbrado y servicios auxiliares.
- Envolvente monobloque de hormigón armado más cubierta amovible.
- Opcional: Plataforma aislante de maniobra.



Nota: Para otras configuraciones y/o valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.

CARACTERÍSTICAS

El **miniBLOK** se caracteriza por disponer de:

- Conjunto eléctrico compacto asociado, **MB**:
 - Modelos de 24 y 36 kV.
 - Montaje íntegro en fábrica.
 - Ensayos realizados al MB como equipo individual y como conjunto en el **miniBLOK**.
 - Reducido tamaño y versatilidad.
 - Idoneidad para su aplicación en esquemas de distribución pública hasta 36 kV.
 - Sustitución del equipo de forma rápida y sencilla.
- Envolvente prefabricada de hormigón:
 - Reducidas dimensiones: Idóneo para espacios limitados.
 - Baja altura: escaso impacto visual.
 - Cuerpo de construcción monobloque con cubierta amovible.
 - Foso interior de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, como medio de protección contra la contaminación del suelo.
 - Elementos de protección cortafuegos: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.
- Ventilación:
 - Por circulación natural de aire, clase 10, a través de dos rejillas de entrada instaladas en las paredes de la envolvente y una salida perimetral superior.
 - Herramientas de mejora utilizadas:
- Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores **Ormazabal**, para la optimización de la vida útil de los mismos.
- Bajo demanda: Estudios personalizados en función de los datos aportados por el cliente.
- Accesos de peatón:
 - Puerta de dos hojas con fijación a 90° y 180° para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.
- Entrada/salida de cables de MT y BT:
 - A través de orificios semiperforados en la base del edificio.
 - Entrada auxiliar de acometida de Baja Tensión, situada en lateral de la envolvente. Permite la entrada de cables provenientes de un grupo electrógeno, para alimentar a través del cuadro de baja tensión a clientes en situaciones de incidencia.

INSTALACIÓN

El **miniBLOK** se suministra totalmente montado desde fábrica, con lo que el proceso de instalación se reduce únicamente a la colocación del edificio en la excavación, y a la posterior conexión de los cables de MT y BT.

La facilidad de instalación, sus reducidas dimensiones y peso, así como su carácter recuperable, facilitan su utilización tanto en aplicaciones permanentes como en usos temporales.

Nota: Para la realización de la excavación solicitar la documentación técnica necesaria a nuestro Departamento Técnico-Comercial. Es obligatoria la realización, por parte del instalador, del proyecto que contemple el estudio del sistema de puesta a tierra.



VENTAJAS

- Montaje y equipamiento íntegro en fábrica (envolvente, aparamenta, transformador y tierras interiores).
- Producto testado y ensayado como unidad.
- **Elevada seguridad para las personas**
 - Frente arcos internos, contactos directos accidentales, tensiones de paso y tensión de contacto.
 - Superficie de trabajo equipotencial.
 - Sin acceso a partes calientes. Integración con el entorno.
- Reducido impacto ambiental, visual y acústico.
- Excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales.
- Facilidad de transporte dadas sus dimensiones y peso reducido.
- Instalación sencilla, limitada a la introducción del edificio en la excavación y a la conexión de los cables de MT y BT.
- Cambios rápidos del equipo eléctrico.



INTEGRACIÓN EN EL ENTORNO

El **miniBLOK** ofrece una amplia variedad de acabados superficiales exteriores (colores, texturas y relieves), que les confiere una gran capacidad de armonización estética al entorno, integración y mimetización.

Con esto se consigue una mayor adaptación al conjunto de necesidades de la instalación, a la vez que se minimiza el impacto visual.

	RAL 1015		RAL 7002
	RAL 6003		RAL 8022
	RAL 3022		RAL 8017
	RAL 9002		RAL 1001
	RAL 1006		RAL 8023

COLORES

- Envolvente.
- Puertas y rejillas de ventilación.
- Cubierta.

TEXTURAS

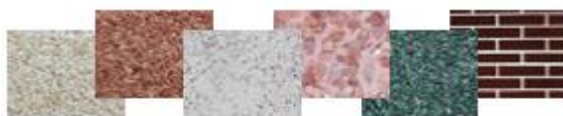
Sobre la envolvente:

- Acabado rugoso: Relieve árido.
- Acabado lágrima: Monocapa rasgado.
- Piedra vista.

ESQUINAS EN RELIEVE

Imitación a:

- Ladrillo rústico.
- Piedra arenisca.
- Piedra color pizarra.
- Madera.



CONJUNTO ELÉCTRICO COMPACTO PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

MB

PRESENTACIÓN

El **MB** de **Ormazabal** es un conjunto eléctrico compacto tipo asociado (A), diseñado para ser incorporado tanto en Centros de Transformación Prefabricados como en locales destinados a Centros de Transformación, en redes de distribución pública o privada hasta 36 kV.

Estos conjuntos presentan como ventaja principal su elevada seguridad y protección, tanto de personas como de bienes frente a defectos internos, **clasificación IAC**, además de robustez y fiabilidad.

Debido a su fabricación, montaje, equipamiento y ensayos realizados íntegramente en fábrica, **MB** ofrece una calidad uniforme y una considerable reducción de costes y de tiempo de instalación, con lo que se logra disponer rápidamente de un Centros de Transformación en servicio.

Conjunto Eléctrico Compacto Tipo A (Asociado) según norma EN 50532:

*Conjunto cuyas unidades funcionales, situadas contiguamente, se **modifican** para conseguir interconexiones directas entre sí, no convencionales, o para reducir el tamaño del conjunto. Sus unidades pueden ser independientes o compartir parte de su envolvente o bastidor.*

Las desviaciones del diseño estándar mantienen inalteradas sus características de seguridad, funcionalidad u operación.

*El presente catálogo se muestra el **MB** tipo A (asociado) debido a que, manteniendo sus características funcionales, representa la evolución del **MB** tipo G (agrupado) al disponer de conexiones directas de mayor fiabilidad que las de tipo convencional del agrupado.*



MB-24

NORMAS APLICADAS

- EN 50532*: Conjuntos Eléctricos compactos (CEADS)
- IEC / UNE-EN 62271-1: Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de alta tensión.
- Bajo demanda:
 - Normas particulares de Compañía Eléctrica.

COMPOSICIÓN

El **MB** presenta la siguiente configuración máxima:

- Aparataje de Media Tensión con aislamiento integral en gas: **CGMCOSMOS-2LP** hasta 24 kV o **CGM.3-2LP** hasta 36 kV. Esquema eléctrico (RMU) de 2 posiciones de línea, entrada y salida, y una posición de protección con interruptor combinado con fusibles.
- Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de **Ormazabal**.
- Transformador de Distribución de Media Tensión de 250, 400 o 630 kVA.
- Aparataje de BT: Cuadro de Baja Tensión de 4 salidas, con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.
- Interconexiones directas de MT y BT.
- Bastidor autoportante con dispositivo de izado y posibilidad de instalación de ruedas orientables.
- Conexión de circuito de puesta a tierra.
- Alumbrado y servicios auxiliares.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
	MB 24
Tensión asignada [kV]	24
Frecuencia [Hz]	50
Arco Interno (clase IAC)*	16 kA / 0,5 s
Transformador	
Potencia [kVA]	250/400/630
Aparato MT	
Intensidad asignada [A]	
En Barras	400/630
En Derivación	400/630 (L) 200 (P)
Intensidad de corta duración [kA]	16 / 20
Nivel de aislamiento	
Frecuencia Industrial [kV]	50 / 60
Impulso tipo rayo [kV] CRESTA	125 / 145
Cuadro Baja Tensión	
Tensión asignada [V]	440
Intensidad asignada [A]	1000
Intensidad asignada[A]/ n°salidas	400 / 4



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
	miniBLOK 24
Ancho [mm]	2100
Fondo [mm]	2100
Alto [mm]	2240
Alto visto [mm]	1600
Peso máximo* [kg]	7400

EQUIPO ELÉCTRICO MB

Dentro de la envoltura y anclada a ésta, se monta el equipo eléctrico compuesto de los siguientes elementos:

1. Unidad de aparato de MT compacta de aislamiento integral en SF₆, tipo CGMCOSMOS-2LP.
2. Unidad de transformador de distribución MT / BT de llenado integral en aceite con potencias de 160, 250, 400 ó 630 kVA / 24 kV.
3. Unidad de aparato BT: cuadro de Baja Tensión (CBT) con unidad funcional de control y protección.
4. Interconexiones directas por cable, de MT y BT.
5. Circuito de puesta a tierra.
6. Alumbrado.
7. Servicios auxiliares.
8. Bastidor portante.



APLICACIONES

Los Centros de Transformación **miniBLOK** son

- Seguros
- Respetuosos con el Medio Ambiente
- Sostenibles
- Ergonómicos

El **miniBLOK** se utiliza en las siguientes aplicaciones:

- **Generación:**
 - Instalaciones Fotovoltaicas
- **Distribución:**
 - Distribución pública y privada
 - Entornos urbanos.
 - Entornos Industriales.
 - Zonas con espacio restringido o reducido.
 - Instalaciones con telemando incorporado, telemedida y/o telegestión.
 - etc.



Prólogo

En 1998 Ormazabal presentó su gama de centros de transformación prefabricados compactos, tanto de instalación en superficie **miniBLOK** como subterránea **miniSUB**, caracterizados por estar equipados con un conjunto eléctrico compacto MB.

Desde entonces los centros de transformación prefabricados compactos han evolucionado con mayores prestaciones, adaptándose a las necesidades de la red de distribución en MT. El **miniBLOK** es un Centro de Transformación Prefabricado Compacto, tipo kiosco, de instalación en superficie y maniobra exterior de reducidas dimensiones, construido de serie, ensayado y suministrado de fábrica como una unidad.

Se caracteriza por incorporar un conjunto eléctrico compacto tipo asociado (A) de Media Tensión MB de Ormazabal, para su utilización tanto en redes de distribución pública como privada hasta 36 kV.

Los centros de transformación prefabricados **miniBLOK** se usan en numerosas Soluciones de Redes de Distribución (DNS) para compañía eléctrica (distribución pública, smartgrids...), usuarios finales de energía eléctrica (infraestructuras, industria, terciario) y energías renovables (parques eólicos, etc).

Su cuidado diseño exterior y las reducidas dimensiones minimizan su impacto visual, siendo indicado su uso cuando el espacio disponible es limitado tanto en zonas industriales como en zonas residenciales.

Estos Centros de Transformación ofrecen como ventaja principal su elevada seguridad y protección, tanto de personas como de bienes frente a defectos internos, clasificación IAC, además de robustez y fiabilidad.

En la actualidad más de 4000 **miniBLOK** han sido instalados en todo el mundo.

Seguridad

- » Elevada seguridad para las personas frente a contactos directos accidentales, tensiones de paso y de contacto
- » Superficie de trabajo equipotencial
- » Sin acceso a partes calientes
- » Foso de recogida de dieléctrico líquido
- » Puerta de dos hojas con fijación a 90° y 180° para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento
- » Ensayos realizados al MB como equipo individual y como conjunto en el **miniBLOK**

Fiabilidad

- » Montaje y equipamiento íntegro en fábrica (envolvente, apartamento, transformador y tierras interiores)
- » Producto ensayado como unidad
- » Protección contra fuertes impactos externos
- » Cambios rápidos del equipo eléctrico
- » Carácter recuperable, tanto para instalaciones permanentes como temporales

Eficiencia

- » Ventilación por circulación natural de aire, clase 10, a través de rejillas y salida perimetral superior
- » Sustitución de forma rápida y sencilla
- » Facilidad de transporte dadas sus dimensiones y peso reducido
- » Entrada/salida de cables de MT y BT a través de orificios semiperforados en la base del edificio

Sostenibilidad

- » Reducido impacto ambiental, visual y acústico
- » Reducidas dimensiones y versatilidad
- » Bajo riesgo de vertidos de los aislantes a la vía pública, sin agresión al entorno

Innovación continua

- » Entrada auxiliar de acometida de Baja Tensión para cables provenientes de un grupo electrógeno, situada en el lateral de la envolvente
- » Gran capacidad de integración estética en el entorno
- » Idoneidad para su aplicación en esquemas de distribución pública hasta 36 kV
- » Centro preparado para Smart-Grids

Normativa

EN 50532

Conjuntos Eléctricos compactos (CEADS)

IEC / UNE-EN 62271-1

Estipulaciones comunes para las normas de apartamento de alta tensión.

Bajo demanda:

Normas particulares de Compañía Eléctrica.
Reglamentaciones locales vigentes.

Datos técnicos

miniBLOK

- » Envolvente monobloque de hormigón (base y paredes) más cubierta amovible.
- » Conjunto eléctrico compacto asociado MB compuesto por:
 - » Apartamento de Media Tensión con aislamiento integral en gas CGMCMOS-2LP hasta 24 kV o CGM. 3-2LP hasta 36 kV. Esquema eléctrico (RMU) de 2 posiciones de línea, entrada y salida, y una posición de protección con interruptor combinado con fusibles.
 - » Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
 - » Transformador de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 36 kV de 250, 400 ó 630kVA
 - » Apartamento de BT: Cuadro de Baja Tensión con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.
 - » Interconexiones directas de MT y de BT.
 - » Bastidor autoportante.
 - » Conexión de circuito de puesta a tierra.
 - » Alumbrado y servicios auxiliares.

Características técnicas

	miniBLOK 24	36
Tensión asignada [kV]	24	36
Frecuencia [Hz]	50	
Arco Interno (clase IAC)	16 kA / 0,5 s	
Transformador		
Potencia [kVA]	250/400/630	
Apartamento MT		
Intensidad asignada [A]		
En Barras	400/630	
En Derivación	400/630 (L) 200 (P)	
Intensidad de corta duración [kA]	16 / 20	
Nivel de aislamiento		
Frecuencia Industrial [kV]	50 / 60	70 / 80
Impulso tipo rayo [kV]CRESTA	125 / 145	170 / 195
Cuadro de Baja Tensión		
Tensión asignada [V]	440	
Intensidad asignada [A]	1000	
Intensidad asignada [A]	400	
Nº salidas	4	

- » Opcionalmente: Dispositivos antivibración y Plataforma aislante.

Dimensiones exteriores y pesos

	miniBLOK 24	miniBLOK 36
Ancho [mm]	2100	2100
Fondo [mm]	2100	2100
Alto [mm]	2240	2240
Alto visto [mm]	1600	1600
Peso* [kg]	7400	7550

- » (*) Con transformador de 630 kVA y sin telemando. Para otras configuraciones y/o valores consultar a Ormazabal

Características Constructivas y Especificaciones Técnicas según las Normativas Vigentes:

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Generales		MIE-RAT
Tensión asignada	24kV	
Nivel de aislamiento		
A frecuencia industrial	50kV	
A impulsos tipo rayo	125 [kV] _{cresta}	
Edificio prefabricado		UNE-EN 61330, CEI 61330, RU 1303A
Grado de protección	IP 23D	
Resistencia al impacto	IK 10	
Clase	10K	
Celdas de Media Tensión		UNE-EN 60298, CEI 60298, RU 6407B
Intensidad asignada en el embarrado	400 A	
Intensidad asignada en la derivación	200 A	
Intensidad de corta duración embarrado (3 s)	16/20 kA	
Capacidad de ruptura combinación int.-fus.	20 kA	
Transformador		UNE 21428-1, CEI 60076, HD 428, RU 5201D
Potencia	250, 400 ó 630 kVA	
Tensión secundaria en vacío	420 V	
Grupo de conexión	Dyn11	
Tensión de cortocircuito	4%	
Cuadro de Baja Tensión		UNE-EN 60439-1, CEI 60439
Tensión asignada	440 V	
Intensidad asignada	630 ó 1000 A	
Intensidad asignada en las salidas	160, 400 ó 630 A	

1.9.4.2 Obra Civil

Como bien nos dice el fabricante antes de instalar el CT miniBLOK tenemos que preparar el terreno que consiste en excavar el foso mediante medios mecánicos de las siguientes dimensiones: 4300x4300x600 mm.

PREPARACIÓN DEL TERRENO

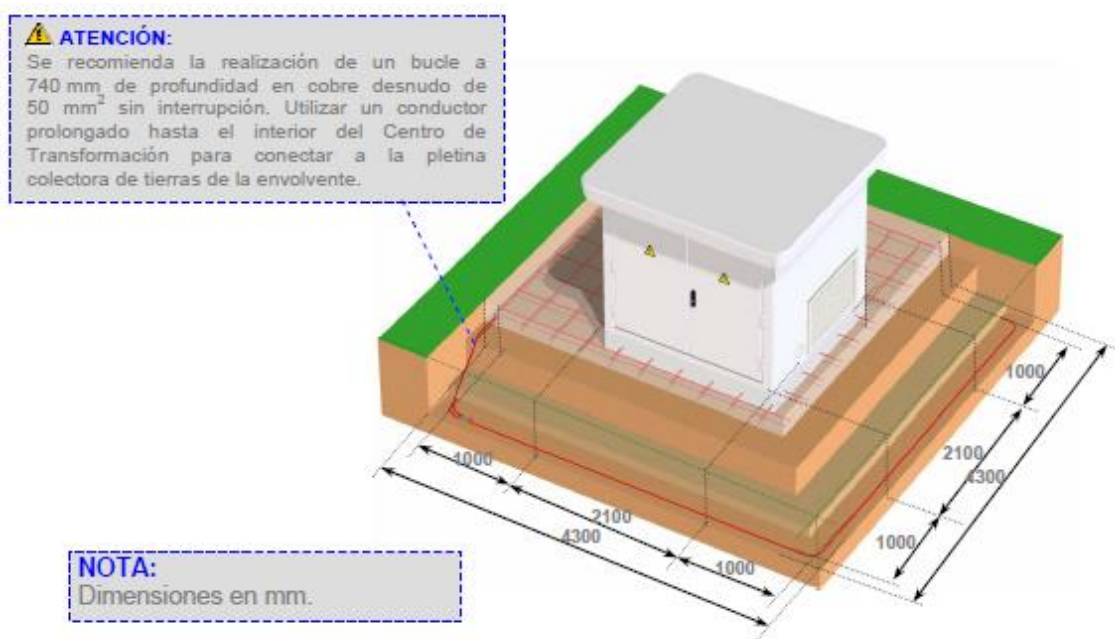
Dimensiones de la Excavación

Para su ejecución, se recomienda tener en cuenta las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Real Decreto 1627/1997 de 24.10 (Mº presidencia, BOE 25.10.1997). Entre otras:

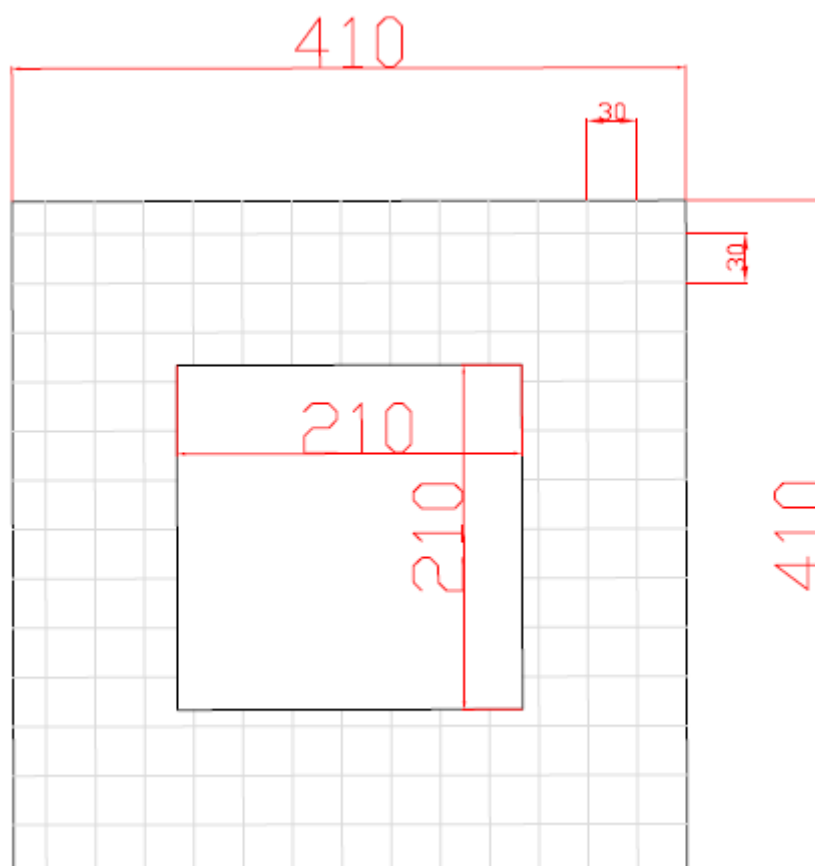
- Antes de iniciar la apertura, realizar un estudio previo del terreno con objeto de conocer su estabilidad y la posible existencia de conducciones.
- Evitar la acumulación del material excavado y equipos junto al borde de la excavación, tomándose las precauciones que impidan el derrumbamiento de las paredes y la caída al fondo de dichos materiales.
- Como norma general, mantener alrededor de la excavación una zona igual a 3000 mm libre de cargas y de circulación de vehículos.
- En caso de lluvias y encharcamientos revisar minuciosa y detalladamente la excavación por un técnico competente antes de reanudar las obras. Efectuar el achique inmediato de las aguas que afloran o caigan en el interior de la excavación para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- No deben instalarse en el interior de la excavación máquinas accionadas por motores de explosión que generen gases como el CO, a no ser que se utilicen los equipos necesarios para su extracción.
- Los operarios que trabajen en el interior de la excavación deben estar debidamente formados e informados y provistos de casco de seguridad y de las prendas de protección necesarias para cada riesgo específico.



Después se introducirá dentro del foso arena de nivelación y se construirá alrededor del foso acera perimetral de hormigón dentro de la cual se construirá un mallazo electrosoldado de redondos de acero de diámetro 4 mm formando una retícula de 30x30 cm. De esta manera se formará una superficie equipotencial alrededor del CT para proteger de los efectos peligrosos de la tensión de paso y de contacto. Se dejará un terminal de dicho mallazo al aire para poder conectarlo a la red de tierras de protección del centro de transformación y reparto. También se construirá la red de tierras de protección y de servicio según el **PLANO 50** y también se dejarán los terminales de dichas redes de tierras al aire para poder conectarlos al punto correspondiente del edificio del centro de reparto. La imagen del foso preparado junto con la acera perimetral de hormigón para montaje del edificio miniBLOK con dimensiones de excavación 4300x4300x600 mm se ven en la siguiente figura:



Las dimensiones de la losa de hormigón que se va a instalar alrededor del edificio miniBLOK se ven en la siguiente figura:



Posteriormente se introducirá el CT miniBLOK dentro del foso mediante elevación por medios mecánicos (Grúa) que deben ser capaces de elevar y transportar el cuerpo del CT miniBLOK que pesa 7400 kg. Todo el proceso de instalación lo describe el fabricante en la siguiente ficha técnica:

INSTALACIÓN

PLANIFICACIÓN

Se debe planificar la coordinación del transporte y la grúa, o en su defecto, del camión con grúa adecuado al peso de miniBLOK^[2].

Las condiciones del lugar de instalación, su diseño, tanto por razones técnicas como para protección y seguridad de personas y bienes, quedan definidas en los Reglamentos de Alta Tensión de la legislación española y la Normativa de las Comunidades Autónomas en vigor en esta fecha.

Así mismo, hay que tener en cuenta las instrucciones de montaje de la Empresa Eléctrica que, conocedora de la reglamentación, también tiene en cuenta las particularidades del sistema eléctrico al que miniBLOK va conectado.

UBICACIÓN

Debe definirse exactamente el lugar de emplazamiento indicando las cotas de alineación y alturas.

PROCESO DE NIVELACIÓN

Para un correcto montaje del edificio es importante la nivelación del terreno. Se recomienda el siguiente equipo:

Cantidad	Equipo Recomendado
1	Nivel de burbuja.
1	Pala cuadrada.
8	Útiles de nivelación

⚠ ATENCIÓN:

Para instalación en pendiente, consultar con el departamento Técnico - Comercial de Ormazabal.

Es necesario disponer en el fondo de la excavación de una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm. de espesor para evitar asientos diferenciales.

La operación de instalación se reduce al posicionamiento de miniBLOK en la excavación practicada al efecto y conexas los cables de MT y BT, así como las redes de tierras exteriores.

MEDIOS DE ELEVACIÓN

miniBLOK dispone de 4 insertos DEHA (6000-2, 5-0170) que permiten su correcta manipulación mediante un balancín, eslingas y enganchadores adecuados, con el objeto de garantizar un izado lo más equilibrado posible.

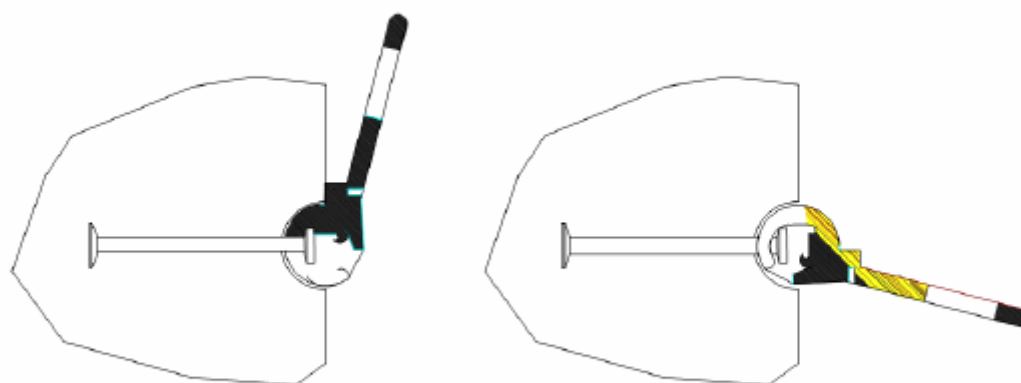


Figura 3.1: Forma correcta de acoplamiento con enganchadores DEHA

Para el equilibrado transversal, el balancín dispone de una serie de agujeros numerados en su extremo:

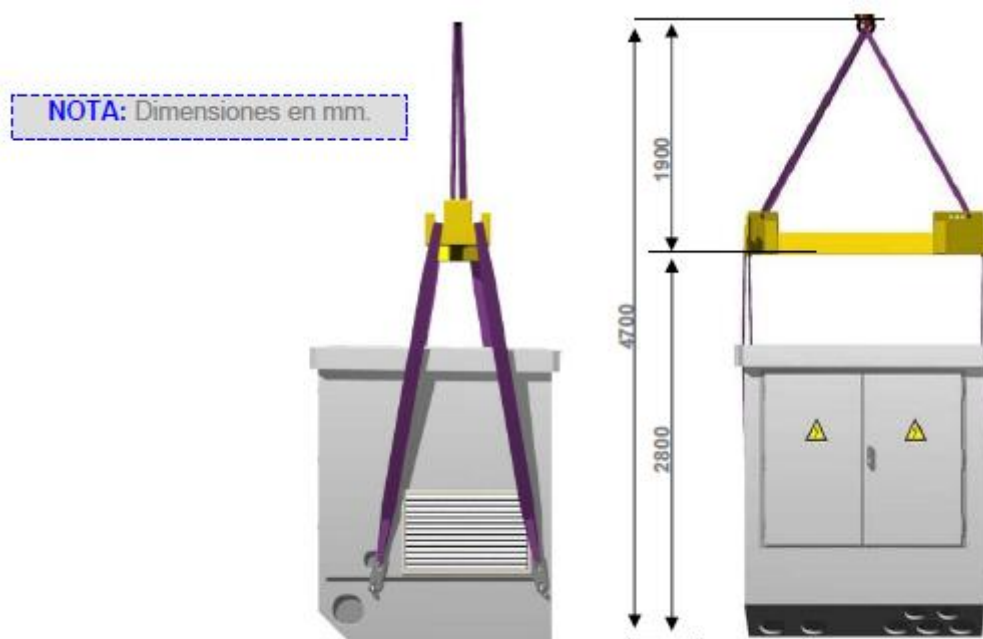


Figura 3.2: Colocación del balancín de manipulación del miniBLOK

Y finalmente cuando esté instalado el CT miniBLOK dentro del foso se conectarán los circuitos de MT y BT al CT que irán instalados en tubos de PVC de diámetro 160 mm que saldrán de los orificios para cables situados en la parte inferior del edificio miniBLOK. **PLANO 48**

ACCESO DE CABLES

miniBLOK dispone, en la parte frontal inferior, de 7 orificios, 2 a la izquierda de 150 mm de diámetro para los cables de MT y 5 a la derecha, 3 de ellos de 150 mm de diámetro y otros 2 120 mm de diámetro para cables de MT y BT. Además de éstos, el edificio dispone en cada lateral de otro orificio de 150 mm de diámetro.

Para abrir un orificio basta con golpearlo con ayuda de un martillo de fuera hacia dentro, limpiando posteriormente los trozos de hormigón del interior de la envoltente.



Figura 3.5: Acceso de cables

Los cables de MT deben respetar los radios de curvatura mínimos indicados por el fabricante del cable, con el objeto de disponer en el interior de la envolvente de la longitud de cable suficiente que permita una cómoda confección y manipulación de las bombas.

Una vez realizadas las conexiones de MT, se procede al sellado de los orificios pasacables haciendo uso de sellante de poliuretano.

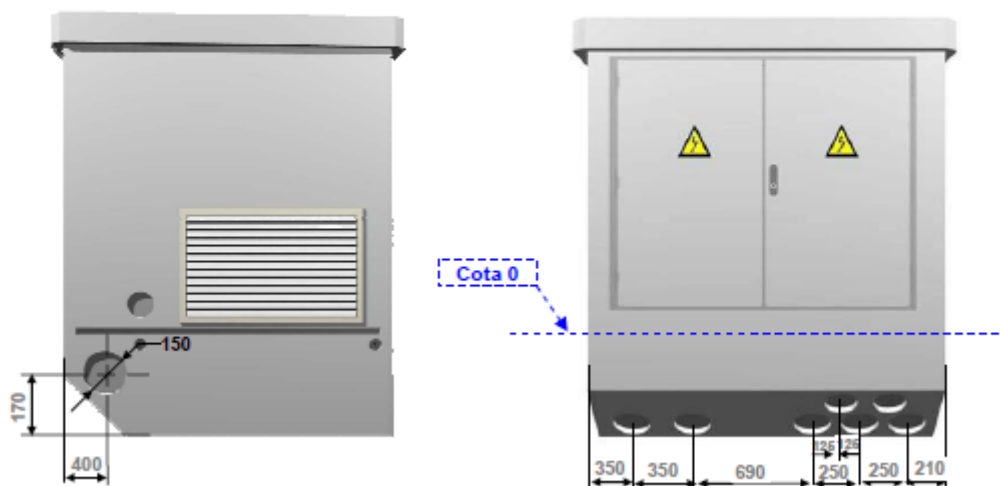


Figura 3.6: Dimensiones de los accesos de cable de MT / BT

Para terminar se sellará el orificio restante con hormigón y se cubrirá la zona con pavimento. Tras finalizar el sellado se realizarán las comprobaciones pertinentes y se dejará la instalación puesta en servicio.

SECUENCIA DE OPERACIONES

PUESTA EN SERVICIO

Una vez dispuesto el MB en su emplazamiento de trabajo se realizarán las conexiones de entrada y salida en las funciones de línea de la celda de MT así como las acometidas de cables de BT.

Se comprobará que la tensión de MT del transformador es la adecuada al proyecto de instalación. Ésta se indica en la placa de características del transformador y en el protocolo de pruebas.

Debe comprobarse antes de poner en tensión el Centro de Transformación que el conmutador del transformador está en la posición correspondiente a su tensión asignada máxima y que se encuentra enclavado. Si se trata de un transformador multitensión en MT, comprobar que la tensión asignada del transformador corresponde con la tensión de servicio de la red. **Los conmutadores deben accionarse siempre sin tensión en el circuito.**

Poner en tensión la unidad funcional de la celda CGMCOSMOS estando el transformador en vacío (bases portafusibles del CBT abiertas).

En el momento de poner en tensión el Centro de Transformación se comprobará la tensión de servicio desde el lado de BT (bases portafusibles). En caso de no corresponderse con el valor establecido se procederá de la siguiente forma:

- Quitar tensión de la unidad funcional de la celda CGMCOSMOS. Abrir todas las bases portafusibles del CBT.
- Comprobar ausencia de tensión en la unidad funcional de la celda CGMCOSMOS y en el CBT.
- A continuación se pondrá a tierra la unidad funcional de la celda CGMCOSMOS. Los pasatapas de BT del transformador se pondrán a tierra.
- Desenclavar el cambiador de tomas del transformador adaptándolo a la tensión real de alimentación disminuyendo una posición el puño del conmutador.

Comprobar desde el CBT la tensión de servicio estando conectada la unidad funcional transformador en vacío a la red de MT. Se medirá la tensión en el cuadro de baja tensión (CBT) para comprobar la correcta conexión y posición del cambiador de tomas de regulación. Si la tensión de servicio no es correcta proceder siguiendo los pasos indicados hasta obtener la tensión de servicio adecuada en el CBT.

Consultar los distintos manuales de utilización para puesta en servicio y maniobras de las diferentes unidades funcionales.

MANIOBRA DEL MÓDULO BÁSICO MB



ATENCIÓN:

Antes de realizar algún tipo de maniobra con tensión, es aconsejable comprobar la presión de gas SF₆ mediante el manómetro.

Revisiones Antes de la Puesta en Servicio

El transformador se suministra terminado y preparado para su instalación. El termómetro si se suministra va tarado para alarma y para disparo.

Antes de la conexión del transformador a la línea se procederá a la revisión del líquido dieléctrico y su sistema de protección en transformadores herméticos.

Se verificará que los precintos se encuentran completos y sin manipular. La manipulación o la rotura de un precinto anula la garantía del transformador y la responsabilidad del fabricante, como ya se ha indicado.

1.9.4.3 Características de los Materiales del Edificio miniBLOK

EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN

Compuesto a su vez de:

1. Envoltente prefabricada monobloque de hormigón.
2. Cubierta amovible prefabricada de hormigón.
3. Puerta de 2 hojas con un dispositivo que permite su fijación a 90° y 180°. Para maniobrar el cuadro de baja tensión (CBT), únicamente es necesario abrir la puerta derecha.
4. 2 rejillas laterales de entrada de aire y rejilla perimetral superior para ventilación natural.
5. 7 orificios de entrada de cables en la parte frontal inferior (2 agujeros a la izquierda de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y 5 a la derecha, 3 de ellos de 150 mm. de diámetro y otros 2 de 120 mm. de diámetro para cables de MT y BT); además de éstos, el edificio dispone en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro.

6. Foso colector de recogida de aceite.
7. Un orificio, por encima de la cota 0 en la pared lateral derecha, de diámetro 140 mm., para la entrada de una acometida auxiliar de BT.
8. Punto de conexión de tierra de servicio (neutro), situada en el lateral interior derecho.
9. Portadocumentos donde se encuentra la documentación relativa al Centro de Transformación.



Figura 1.2: Edificio prefabricado de hormigón

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características de los Materiales del Edificio de Transformación: miniBLOK - 24

Descripción

miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión (MT).

miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 36 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de aparamenta de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

Envolvente

Los edificios prefabricados de hormigón para miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame dispone de un foso apagafuegos y dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Placa Piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación. Se complementa cada rejilla interior con una malla mosquitera.

Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado, para realizar las tareas de mantenimiento y maniobra, conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

Cimentación

Para la ubicación de los edificios miniBLOK para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

CONDICIONES NORMALES DE SERVICIO

miniBLOK está previsto para trabajar bajo las condiciones ambientales externas siguientes:

- Temperatura del aire:
 - Mínima: - 15 °C
 - Máxima: + 40 °C
 - Valor medio diario: + 35 °C
 - Valor medio anual: + 20 °C
- Valor medio de la humedad relativa del aire, medida en un periodo de 24 horas, no debe exceder del 95 %.
- Altura sobre el nivel del mar hasta 1000 m.

Los transformadores deben cumplir con lo especificado en el apartado 1.2.1. de la norma IEC-EN 60076-1.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Las dimensiones y pesos del Centro de Transformación miniBLOK son:

Cuerpo		
Ancho [mm]		2100
Alto [mm]	Total	2240
	Vista	1600
Fondo [mm]		2100
Peso [kg]		3600
Cubierta Amovible		
Ancho [mm]		2430
Fondo [mm]		2430
Peso [kg]		1400
Envolvente Monobloque		
Peso Total [kg]		5000
Peso Total [kg]		
Con equipo eléctrico*		7500

* Con un transformador de 630 kVA de potencia.

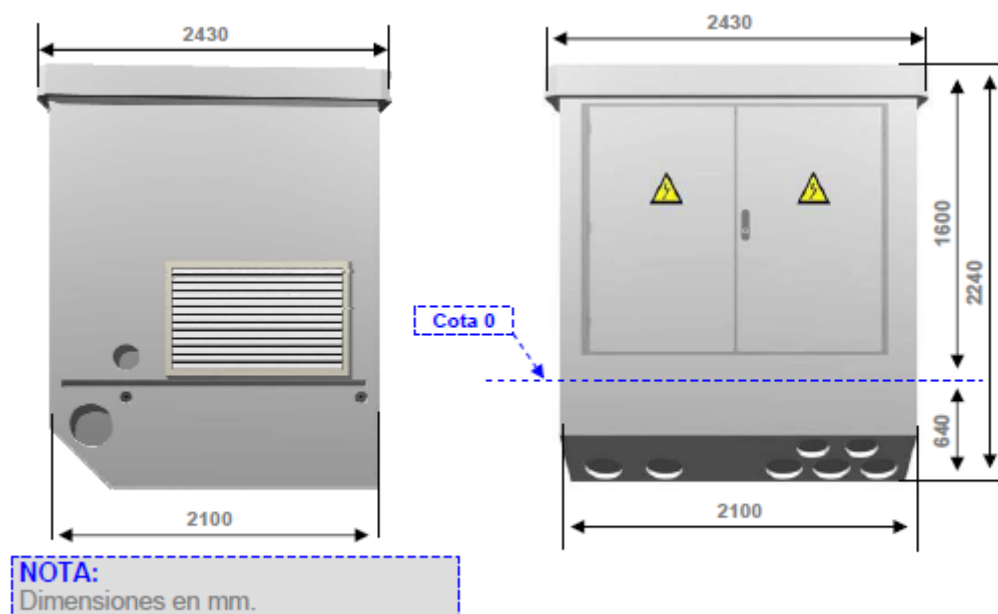


Figura 1.6: Dimensiones de la envolvente miniBLOK

Los componentes eléctricos que se ubicarán en el interior del edificio miniBLOK serán los siguientes:

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

El Centro de Transformación Compacto MB de ORMAZABAL se compone de los siguientes elementos principales:

- Unidad de aparamenta de MT compacta de aislamiento integral en SF₆ tipo CGMCOSMOS-2LP.
- Unidad de transformador de distribución MT/BT en aceite llenado integral de 630, 400 ó 250 kVA / 24 kV.
- Unidad de aparamenta de BT. Cuadro de Baja Tensión (CBT) con unidad funcional de Control y Protección.
- Interconexiones directas por cable de MT y BT.
- Circuito de puesta a tierra.
- Alumbrado y servicios auxiliares.
- Un bastidor portante.
- Sistema de izado.

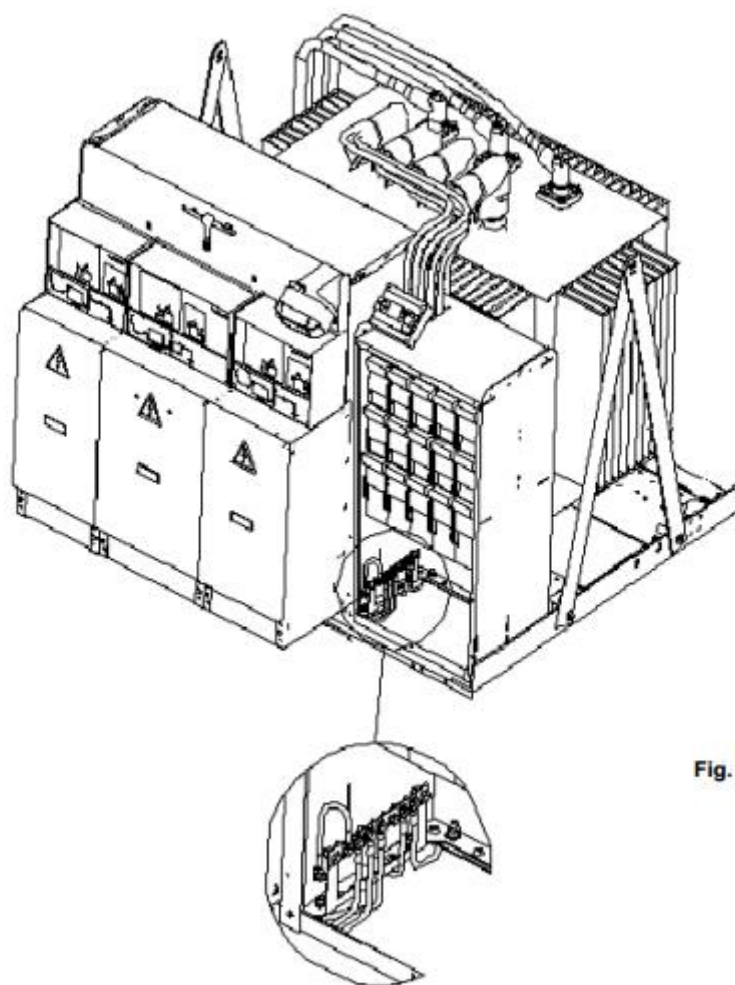


Fig. 1.1

DIMENSIONES Y PESOS

Los conjuntos MB tienen las dimensiones máximas siguientes:

DIMENSIONES	[mm]	630 kVA	400 kVA	250 kVA
LONGITUD		1830	1830	1830
ANCHURA		1742	1742	1742
ALTURA		1466	1466	1466
PESO	[kg]			
		2500	2100	1700

En la figura siguiente se presenta el plano general de dimensiones del Centro de Transformación Compacto MB 24 kV / 630 kVA:

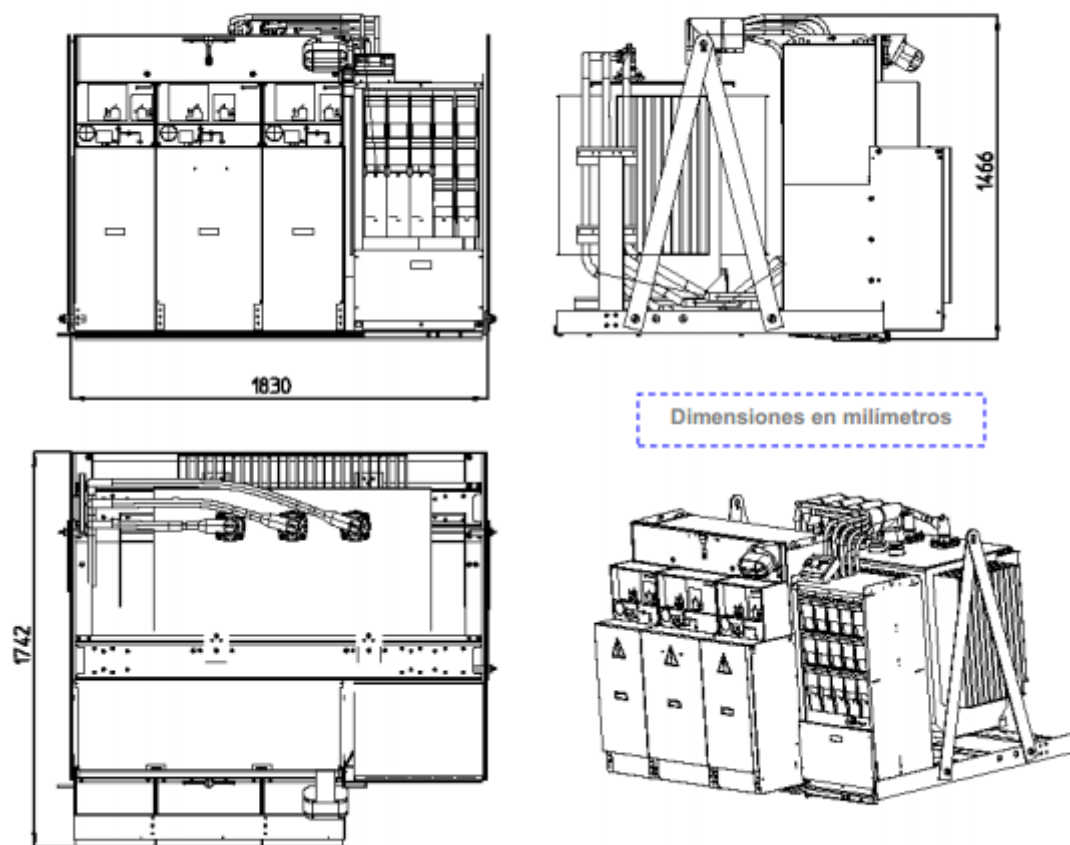
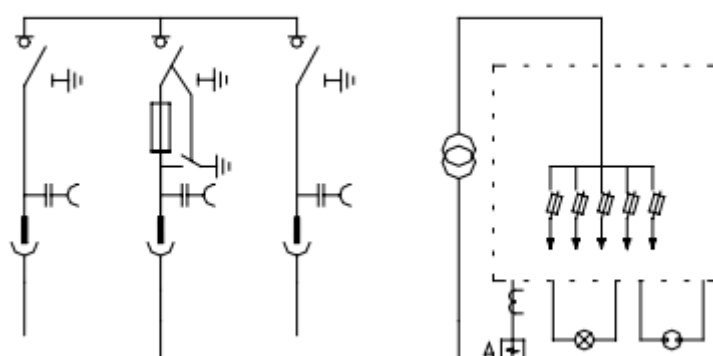


Fig. 1.2

Esquema unifilar:



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES

UNIDAD DE TRANSFORMADOR MT/BT	
Potencia Asignada	250, 400 ó 630 kVA
Tensión nominal en vacío MT/BT	Hasta 24 kV / 420 V
Grupo de conexión	Dyn11
Impedancia de cortocircuito a 75 °C	4%
Tipo de refrigeración	ONAN
Nivel de aislamiento:	
MT	Frecuencia Ind.: 50 / 60 kV Onda de choque: 125 / 145 kV
BT	Frecuencia Ind.: 10 kV Onda de choque: 20 kV
UNIDAD DE APARAMENTA MT/BT	
Aislamiento SF ₆	CGMCOSMOS
Nivel de aislamiento	Frecuencia Ind.: 50 / 60 kV Onda de choque: 125 / 145 kV
Embarrado principal:	
Intensidad asignada	400 A
Intensidad de corta duración admisible asignada	16 kA ef. (1 s)
Valor de cresta	40 kA
Función de protección de transformador:	
Intensidad asignada	200 A
Interruptor seccionador:	
Tipo	Rotativo (categoría E3)
Intensidad asignada	400 A
Intensidad de corta duración admisible asignada	16 kA ef. (1 s)
Valor de cresta	40 kA
Poder de cierre sobre cortocircuito	16 kA / 40 kA
Seccionador de puesta a tierra:	
Intensidad de corta duración admisible asignada	16 kA ef. (1 s)
Valor de cresta	40 kA
Poder de cierre sobre cortocircuito	16 kA / 40 kA (categoría B)
Seccionador de puesta a tierra aguas abajo del fusible:	
Poder de cierre sobre cortocircuito	1 kA / 2,5 kA (categoría B)
UNIDAD DE APARAMENTA BT	
Nivel de aislamiento	Frecuencia Ind.: 10 kV (f-n) / 2,5 kV (f-f) Onda de choque: 20 kV
Intensidad asignada embarrado general	1000 A
Bases tripolares verticales:	
Intensidad asignada	400 A

1.9.4.4 Características Geométricas del miniBLOK

Nº Transformadores	1
Nº de celdas de reserva	0
Tipo de ventilación	ONAN
Puertas de Acceso peatonal	2

DIMENSIONES EXTERIORES	
LONGITUD	2100 mm
FONDO	2100 mm
ALTURA	2240 mm
ALTURA VISTA	1740 mm
PESO	7400 kg

DIMENSIONES INTERIORES	
LONGITUD	1800 mm
FONDO	1800 mm
ALTURA	1766 mm

DIMENSIONES DE EXCAVACIÓN	
LONGITUD	4300 mm
FONDO	4300 mm
PROFUNDIDAD	600 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.9.4.5 Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimentan los CTs miniBLOK es del tipo subterráneo y consiste en un anillo de MT subterráneo que procede del Centro de Transformación y Reparto (CTR-10 PFU-5) con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12 de 12/20 KV, y una frecuencia de 50 Hz.

La compañía suministradora Iberdrola nos ha facilitado los datos correspondientes a la potencia de cortocircuito en el punto de entronque A/S, esta potencia es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 KA eficaces. Según los “Cálculos Justificativos” que veremos más adelante la corriente de cortocircuito en el punto de ubicación del transformador más alejado del entronque alimentado por el anillo de MT será de 8,5 KA eficaces. Luego podemos considerar como caso más desfavorable que en toda la red de media tensión la corriente de cortocircuito son 10,1 KA eficaces.

1.9.4.6 Característica de la Aparamenta de Media Tensión

La aparamenta de media tensión la constituyen las celdas de media tensión que hacen la función del embarrado de distribución de media tensión. **PLANO 46.**

Los tipos de celdas de MT que utilizaremos en los CTs miniBLOK serán las **CGMCOSMOS COMPACTAS modelo CGMCOSMOS-2LP** que es un equipo compacto de 3 funciones (2 funciones de línea y 1 función de protección del transformador con fusibles) **integradas todas en la misma cuba, con aislamiento y corte en gas SF6**, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas. Las 2 funciones de línea harán la función de entrada y salida del anillo de MT en bucle y la función de protección con fusibles hará de protección del transformador ubicado en el edificio miniBLOK. A continuación procederemos a describir brevemente las celdas mencionadas:

Celdas: CGMCOSMOS-2L1P

El sistema CGMCOSMOS está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

- Celdas CGMCOSMOS

El sistema CGMCOSMOS compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra. La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMCOSMOS y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGMCOSMOS compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P)

En las celdas CGMCOSMOS-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS-2LP son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 50 kV
a la distancia de seccionamiento: 60 kV
- Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases: 125 kV
a la distancia de seccionamiento: 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Características Descriptivas de las celdas CGMCOSMOS-2LP

E/S1,E/S2,PT1: CGMCOSMOS-2LP

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

CGMCOSMOS-2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS.

La celda CGMCOSMOS-2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

En las siguientes diapositivas veremos la descripción del fabricante ORMAZABAL de su producto: celdas CGMCOSMOS-2LP

UTILIZACIÓN DE LA UNIDAD FUNCIONAL DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR EN MT

El sistema CGMCOSMOS es un conjunto de celdas compactas, con aislamiento integral en SF₆ para aplicaciones de distribución eléctrica en Media Tensión hasta 24 kV.

Las celdas se componen principalmente de los siguientes compartimentos, la cuba que contiene los embarrados y los elementos de maniobra y corte, el compartimento de mecanismos de maniobra, el de cables y el de expulsión de gases.

La envolvente metálica presenta una rigidez mecánica tal que garantiza la indeformabilidad en las condiciones previstas de servicio. La cuba de gas está construida en acero inoxidable, la base y el resto de componentes en chapa galvanizada.

Además, todas las celdas disponen de una tapa frontal que permite el acceso a la zona de terminales de cables, y en la parte delantera superior de las mismas está reflejado el esquema sinóptico del circuito principal o de MT.

En el compartimento de mecanismos de maniobra se realiza la actuación del interruptor en carga mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos:

1. para el **interruptor** (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado)
2. para el **seccionador de puesta a tierra**, que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra, conectando los cables de acometida de todas las fases y en el caso de la posición de protección con fusibles las seis mordazas de los portafusibles.

Todos estos elementos son de maniobra independiente, es decir, la velocidad de actuación no depende de la velocidad de accionamiento de la maniobra manual.



CGMCOSMOS-2LP

- 1.- Compartimento de interruptores, seccionadores de puesta a tierra, portafusibles y embarrados, estanco y lleno de gas.
- 2.- Compartimento de mecanismos de maniobra.
- 3.- Compartimento de cables.
- 4.- Compartimento de expulsión de gases.
- 5.- Tapa de acceso a conexiones de cables (y/o compartimento portafusibles).
- 6.- Soporte de fijación de cables.
- 7.- Colector de tierras.
- 8.- Sinóptico.
- 9.- Área función seccionador de puesta a tierra.
- 10.- Área función de interruptor.
- 11.- Indicador de presencia de tensión ekorVPIS.
- 12.- Manómetro.
- 13.- Unidad de protección, medida y control ekorRPT (opcional).
- 14.- Unidad de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

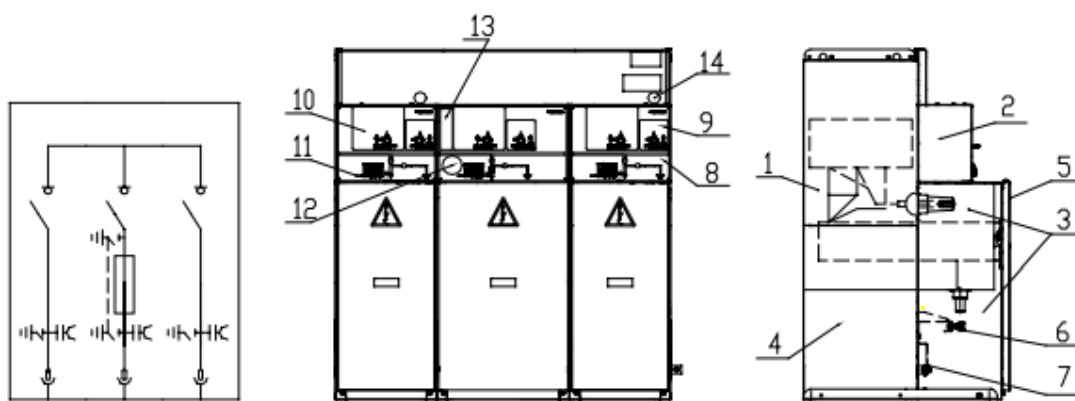


Fig. 6.1



Función Protección en Celda Multifuncional 2LP

Esta conexión viene realizada de fábrica. No manipular sin el consentimiento del fabricante.

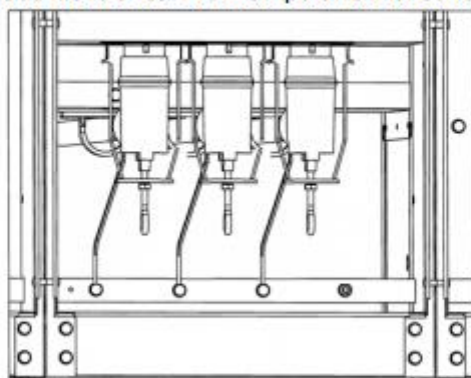


Fig. 6.7



Conexión de Cables

Las acometidas a las funciones de línea de la celda de MT se realizan con cables. Las uniones de estos cables con los pasatapas correspondientes en las celdas del sistema CGMCOSMOS podrán realizarse bien con terminales de conexión sencilla (enchufables) o bien reforzadas (atornillables).

El proceso para la conexión de cables es el siguiente:

Conexión frontal horizontal

1. Conectar el seccionador de puesta a tierra.
2. Retirar la tapa para acceder al compartimento de cables.
3. Conectar las bornas sobre los pasatapas frontales y fijar los cables mediante el soporte de cables con su abrazadera.
4. Conectar las trenzas de tierra tanto de las bornas, si las tuviera, como de las pantallas de los cables.
5. Colocar la tapa del compartimento de cables en su posición inicial.

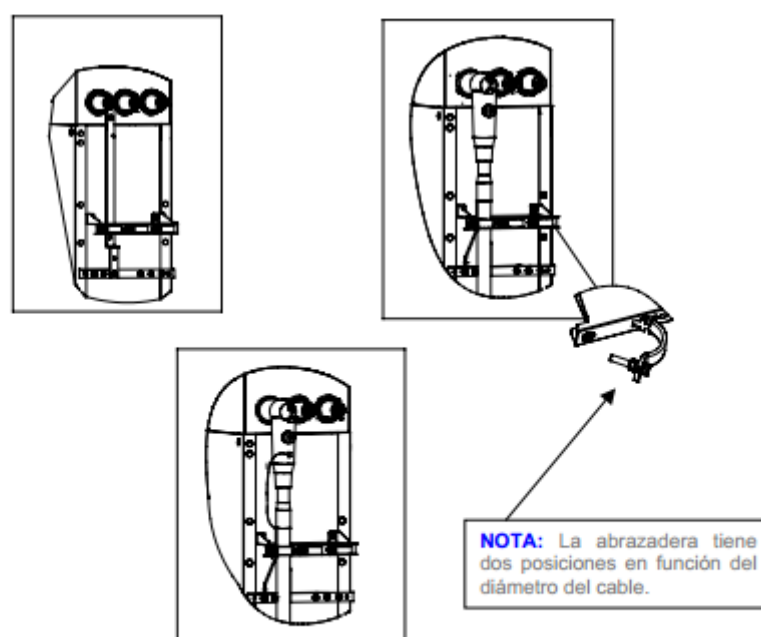


Fig. 6.6

CONECTORES POSIBLES (conexión frontal horizontal)

- Para pasatapas de **400/630 A**, en 12 y 24 kV, conectores comerciales apantallados o no apantallados, tanto en cable seco como en cable con papel impregnado en aceite.

Ejemplos para cable seco:

- Conector apantallado, en 12 kV, tipo 400LR de EUROMOLD.
- Conector apantallado, en 24 kV, tipo K-400TB de EUROMOLD.
- Conector no apantallado, en 12 kV, tipo 15TS de EUROMOLD.
- Conector recto, en 12 kV, tipo 152SR de EUROMOLD.
- Conector recto, en 24 kV, tipo K-152SR de EUROMOLD.

Ejemplos para cable en papel impregnado en aceite:

- Conector apantallado, en 12/24 kV, tipo K-400TB-MIND de EUROMOLD.

Descripción general

PRESENTACIÓN

CGMCOSMOS de Ormazabal es un sistema de celdas modulares y compactas para la distribución secundaria de Media Tensión.

CGMCOSMOS es modular y extensible gracias al conjunto de unión ORMALINK patentado por Ormazabal para la obtención de cualquier esquema de Media Tensión.

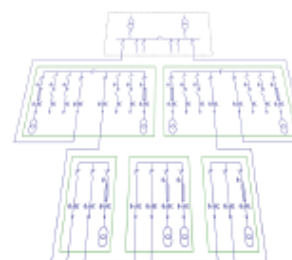
CGMCOSMOS aporta prestaciones destacadas entre las cuales:

- Aislamiento integral en gas.
- Seguridad, fiabilidad e insensibilidad ante entornos agresivos.
- Niveles de tensión hasta 24 kV.

ÁMBITOS DE IMPLEMENTACIÓN

El sistema CGMCOSMOS es utilizado en una gran variedad de instalaciones, tanto públicas como privadas, principalmente:

- Distribución pública:
 - Áreas urbanas y rurales
- Usuarios en Media Tensión:
 - Sector servicios
 - Sector industrial
 - Infraestructuras
- Energías renovables



Distribución pública

NORMAS APLICADAS

IEC 62271-1

Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.

IEC 62271-200

Aparamenta bajo envoltente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

IEC 60265-1

Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

IEC 62271-102

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

IEC 62271-105

Combinaciones interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión.

IEC 62271-100

Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

IEC 60255

Relés eléctricos.

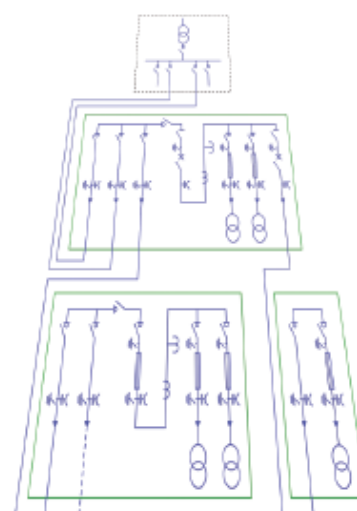
IEC 60529

Grados de protección para envoltentes.

IEC 61958

Sistemas indicadores de presencia de tensión.

- ➔ El sistema CGMCOSMOS supera el ensayo de inmersión a una presión de 3 metros de columna de agua, 24 horas a tensión nominal y prueba de aislamiento a frecuencia industrial.



Distribución privada

Sistema Modular y Compacto CGM-COSMOS
con Aislamiento Integral en gas
Hasta 24 kV

Apararmento de Media Tensión
Distribución Secundaria



Presentación de ORMALINK



Instalación de fusible
y maniobras

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Protección y seguridad de personas, bienes y equipos ante los efectos de arcos internos (clase IAC), acreditadas con los ensayos realizados conforme a la norma IEC 62271-200.

Insensibilidad ante entornos ambientales agresivos (incluidas inundaciones temporales) larga vida útil y ausencia de mantenimiento de las partes activas proporcionadas por su aislamiento integral en gas y el uso de conectores apantallados.

Flexibilidad de configuración para todo tipo de esquemas. El conjunto de unión ORMALINK patentado en 1991 por Ormazabal aporta modularidad total y extensibilidad futura, en ambas direcciones.

Fáciles tareas de manipulación e instalación gracias a unas dimensiones y pesos reducidos.

Seguridad y sencillez de operación mediante elementos de maniobra ergonómicos que integran enclavamientos de serie.

Seguridad adicional mediante unidades ekoSYS: ekoVPIS, indicador luminoso de presencia de tensión; y ekoSAS, alarma sonora de prevención de puesta a tierra.

Posibilidad de montar accesorios y realizar pruebas bajo tensión.

Tubos portafusible en posición horizontal, con acceso frontal y protegidos dentro de la cuba de gas.

Facilidad de conexión de cables, mediante bornas enchufables o atornillables, dispuestas en línea frontalmente.

Compromiso con el medio ambiente mediante:

- Utilización de materiales con un alto grado de reciclabilidad.
- Minimización del volumen de gas por unidad funcional.
- Gestión del ciclo de fin de vida del producto.

Condiciones normales de servicio en interior según la norma IEC 62271-1.

➔ Para otros valores, consulte con nuestro departamento Técnico-Comercial.

CONDICIONES DE SERVICIO	
Tipo de apararmento	Interior
Temperatura ambiente máxima	+ 40 °C *
Temperatura ambiente mínima	-5 °C / -30 °C **
Temperatura ambiente media máxima, medida en un período de 24 h	+ 35 °C
Humedad relativa media máxima, medida en un período de 24 h	< 95%
Presión de vapor media máxima, medida en un período de 24 h	22 mBar
Presión de vapor media máxima, medida en un período de 1 mes	18 mBar
Altitud máxima sobre el nivel del mar	2000 m *
Radiación solar	Despreciable
Polución de aire ambiente (polvo, salinidad, etc.)	No significativo
Vibraciones (sismicidad)	Despreciable

* Para condiciones especiales consultar con nuestro departamento Técnico-Comercial:

- Temperatura ambientales máximas
- Altitudes
- Sismorresistencia: condiciones sísmicas no despreciables

** Almacenamiento: -40°C. Otras clases: consultar.

Sistema Modular y Compacto CGMCOSMOS
con Aislamiento Integral en gas
Hasta 24 kV

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

La celda CGMCOSMOS se basa en arquitectura compartimentada:

- (A) Cuba
- (B) Mecanismos de maniobra
- (C) Base

La **cuba**, sellada y aislada en gas SF₆, alberga el embarrado, los elementos de maniobra y los elementos de corte. El dieléctrico utilizado actúa como medio de aislamiento y de extinción. La cuba está provista de una membrana para dirigir de forma segura la salida de los gases en caso de arco interno, y de manómetro para el control de la presión del gas aislante.

El **embarrado** conecta los pasatapas monofásicos del exterior de la celda con los elementos de corte de su interior.

La unión eléctrica entre los diferentes módulos del sistema CGMCOSMOS se realiza mediante el conjunto **ORMALINK**, patentado en 1991 por Ormazabal.

Las celdas extensibles disponen de tulipas (pasatapas hembras laterales), que facilitan la conexión entre sus embarrados principales.

Ormazabal ha desarrollado una variante de ORMALINK que incorpora salida capacitiva para la indicación de presencia de tensión en barras.

El **interruptor-seccionador** integra en un sólo elemento de tres posiciones las funciones de interruptor, seccionador y seccionador de puesta a tierra.

El **interruptor automático** está basado en tecnología de corte en vacío. La distancia de seccionamiento se asegura mediante un interruptor - seccionador instalado en serie.

Los **fusibles** de protección se alojan horizontalmente en compartimentos independientes por fases y se cargan mediante carro portafusibles.

Los **compartimentos portafusibles** proporcionan **aislamiento adicional** y **estanqueidad** contra la polución, los cambios de temperatura y condiciones climáticas adversas. Desde su interior la acción del percutor del fusible se transmite a la timonería de disparo.

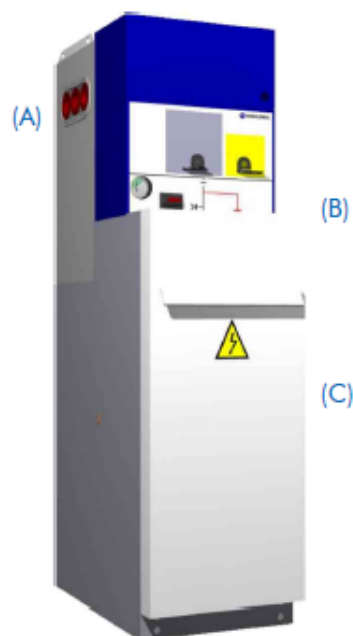
El **mecanismo de maniobra** permite realizar las operaciones de conexión y desconexión en los circuitos de Media Tensión.

Los **esquemas sinópticos** frontales integran los dispositivos de señalización de posición. Máxima fiabilidad verificada mediante el ensayo de cadena cinemática del mecanismo de señalización según IEC 62271-102.

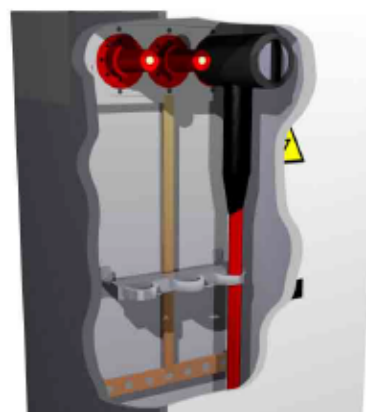
El **compartimento de cables**, ubicado en la zona inferior delantera de la celda, dispone de tapa enclavada con el seccionador de puesta a tierra, la cual permite acceso frontal a los cables de Media Tensión.

La conexión de los cables aislados de Media Tensión procedentes del exterior se realiza mediante **pasatapas** que admiten conectores enchufables o atornillables aislados con o sin pantallas equipotenciales.

Aparataje de Media Tensión
Distribución Secundaria



Conjunto ORMALINK



Compartimento de cables

Aparato de Media Tensión
Distribución Secundaria

Sistema Modular y Compacto CGMCOSMOS
con Aislamiento Integral en gas
Hasta 24 kV

SEGURIDAD

Arco Interno

Las celdas CGMCOSMOS están diseñadas para la protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200:

- Arco interno en cuba AF: 16 kA 0,5 s / 20* kA 0,5 s
- Arco interno en cuba AFL: 16 kA 1 s / 20* kA 1 s**
- Clase IAC AFL: 16 kA 1 s / 20* kA 1 s**

Enclavamientos

Estas celdas disponen de enclavamientos internos de serie que permiten un servicio fiable y seguro, de acuerdo a las exigencias de la norma IEC 62271-200.

El conjunto de enclavamientos evita operaciones inseguras:

- Imposibilita cerrar simultáneamente el interruptor-seccionador y el seccionador de puesta a tierra
- Permite la apertura de la tapa de acceso a los cables de Media Tensión únicamente con el seccionador de puesta a tierra conectado
- Condiciona el acceso a la zona de cables / portafusibles

Las celdas del sistema CGMCOSMOS admiten independientemente la condenación de maniobras por candado del interruptor y del seccionador de puesta a tierra.

Opcionalmente, existen dispositivos de condenación de maniobras mediante cerradura.

Insensibilidad ambiental

Los elementos de corte y conexión se encuentran dentro de una cuba de acero inoxidable, estanca y herméticamente sellada, aislados en SF₆.

Este aislamiento integral en gas proporciona insensibilidad ante entornos ambientales agresivos (humedad, salinidad, polvo, contaminación, etc.) y protección contra contactos indirectos.

La envolvente de la cuba ha sido diseñada y ensayada para resistir los efectos de los arcos internos, protegiendo a personas y bienes. Su estanqueidad mantiene las condiciones óptimas de operación durante toda la vida útil de la celda, según norma IEC 62271-1.

La posición del interruptor es indicada de forma fiable en el sinóptico, y validada por el ensayo de cadena cinemática de acuerdo con la normativa vigente (IEC 62271-102).



CGMCOSMOS-2LP

Funciones de línea y protección con fusibles

Celda compacta (RMU) con dos funciones de línea y una de protección con fusibles, que incluye tanto las prestaciones de las celdas de línea como la de protección, albergadas en una única cuba.

Extensibilidad: derecha, izquierda, ambos lados o ninguna.

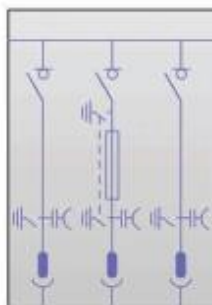
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		L		P	
Tensión asignada*	U_r [kV]	12	24	12	24
Frecuencia asignada	f_r [Hz]	50/60	50/60	50/60	50/60
Corriente asignada					
en barras e interconexión de celdas	I_b [A]	400/630	400/630	400/630	400/630
acometida	I_r [A]	400/630	400/630	-	-
en bajante de transformador	I_r [A]	-	-	200	200
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial (1 min)					
fase-tierra y entre fases	U_g [kV]	28	50	28	50
distancia de seccionamiento	U_g [kV]	32	60	32	60
Tensión soportada asignada a impulso de tipo rayo					
fase-tierra y entre fases	U_p [kV]	75	125	75	125
distancia de seccionamiento	U_p [kV]	85	145	85	145
Clasificación arco interno	IAC AFL	16 kA 1 s / 20** kA 1 s			
Grado de protección	IP	IP33 + IPX7			
Interruptor-Seccionador s/ IEC 60265-1 + IEC 62271-102		L		P	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)					
Valor $t_k = 1$ s o 3 s	I_k [kA]	16/20**/25*	16/20**	16/20**/25*	16/20**
Valor de cresta	I_p [kA]	40/52**/62,5*	40/52**	40/52**/62,5*	40/52**
Poder de corte asignado de corriente principalmente activa	I_l [A]	400/630		200	
Poder de corte asignado de cables en vacío	I_{ac} [A]	50/1,5		-	-
Poder de corte asignado de bucle cerrado	I_{cc} [A]	400/630		-	-
Poder de corte asignado en caso de defecto a tierra	I_{sc} [A]	300		-	-
Poder de corte asignado de cables/lineas en vacío en caso de defecto a tierra	I_{ab} [A]	100		-	-
Poder de cierre del interruptor principal (valor de cresta)	I_{ma} [kA]	40/52**/62,5*	40/52**	40/52**/62,5*	40/52**
Categoría del interruptor					
Endurancia mecánica		1000-M1 (manual) / 5000-M2 (motor)			
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase		5-E3			
Corriente de intersección combinado interruptor-relé (ekorRPT)					
I_{sc} de corte s/ TD _{sc} IEC 62271-105	[A]	-	-	1250	1250
Corriente de transición combinado interruptor-fusible					
I_{sc} de corte s/ TD _{trans} IEC 62271-105	[A]	-	-	1500	1300
Seccionador de Puesta a Tierra s/ IEC 62271-102		L		P	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierras)					
Valor $t_k = 1$ s o 3 s	I_k [kA]	16/20**/25*	16/20**	1/3	
Valor de cresta	I_p [kA]	40/52**/62,5*	40/52**	2,5/7,5	
Poder de cierre del Seccionador de Puesta a Tierra (valor de cresta)	I_{ma} [kA]	40/52**/62,5*	40/52**	2,5/7,5	
Categoría del Seccionador de Puesta a Tierra					
Endurancia mecánica (manual)		1000-M0			
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase		5-E2			

* También disponible $U_r = 7,2$ kV bajo pedido
** Ensayos realizados con corriente 21 kA / 52,5 kA
* Valor sólo válido para $t_k = 1$ s

* También disponible $U_n = 7,2$ kV bajo pedido

** Ensayos realizados con corriente 21 kA / 52,5 kA

Valor sólo válido para $t_k = 1$ s



DIMENSIONES CGMCOSMOS-2LP

Alto	[mm]	1740	1300
Fondo	[mm]	735	735
Ancho	[mm]	1190	1190
Peso	[kg]	310	290

Los fusibles utilizados para el compartimento de la función de protección de las celdas compactas CGMCOSMOS-2LP son:

La tabla adjunta muestra las intensidades nominales aconsejadas para los fusibles de tipo frío en las celdas CGMCOSMOS-2LP

Selección de fusibles para celdas CGMCOSMOS-2LP

Un red [kV]	10	13,8	15	20	25	30
Un celda [kV]	12	24	24	24	36	36
Potencia del Transformador [kVA]						
50	6	6	6	6	4	4
100	16	10	10	10	10	10
160	25	16	16	16	16	16
200	40	25	25	25	25	16
250	40	25	25	25	25	25
315	40	40	40	25	25	25
400	63	40	40	40	40	40
500	63	63	40	40	40	40
630	100	63	63	63	40	40
800	100	100	63	63	40	40
1000	125	100	100	63	40	40
1250	160	125	100	100	63	63
1600	-	160	125	100	80	80
2000	-	-	160	125	80	80

Condiciones generales: Sobrecarga < 20% y temperatura < 40° C
Casos sombreados: Sobrecarga < 30% y Temperatura < 50° C
Pérdidas máximas del fusible: 75 W (55 W para Un = 10 kV)

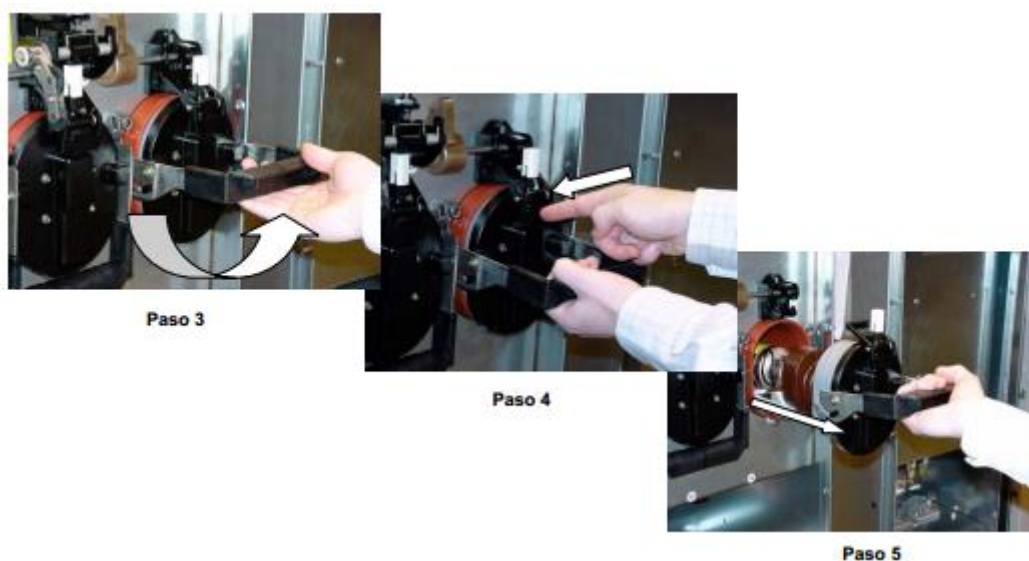
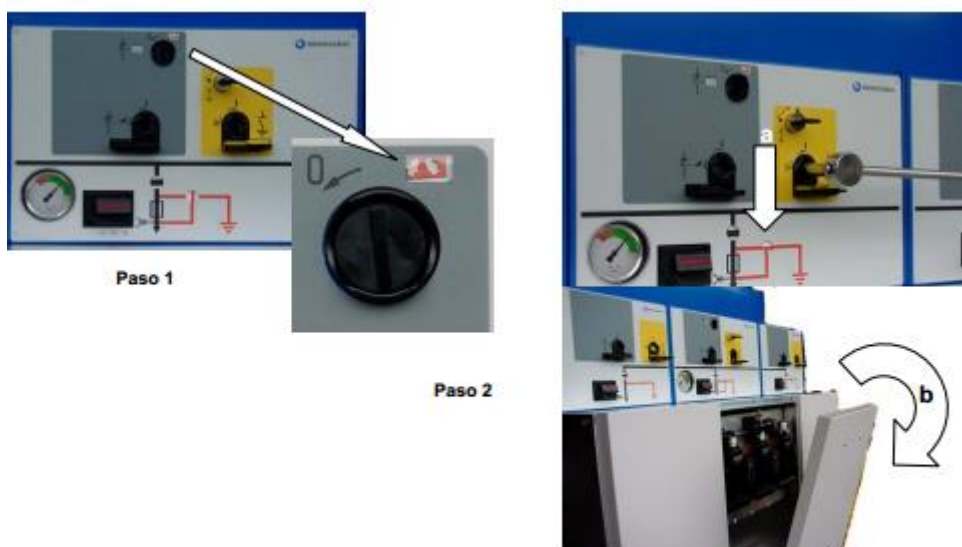


Colocación y Reposición de Fusibles

Para acceder a los tubos portafusibles hay que retirar la tapa del compartimento de cables, siendo **obligatorio cerrar** el seccionador de puesta a tierra.

Una vez que ya se puede acceder a los tubos portafusibles, actuar como se indica en los siguientes pasos (figuras 6.8a y 6.8b):

1. Distintivo rojo e interruptor abierto indican disparo efectuado por fusible.
2. Cerrar el seccionador de puesta a tierra (a) y quitar la tapa inferior (b).
3. Elevar el asa de la tapa portafusibles hasta ponerla en posición horizontal.
4. Pulsar el gatillo de seguridad.
5. Tirar de forma suave en dirección horizontal hasta extraer el carro portafusibles.
6. Colocar el fusible. Evitar apoyar el carro sobre cualquier superficie sucia que ensucie la goma de cierre o el contacto.
7. Volver a introducir el carro portafusibles, asegurando que las ranuras laterales encajen con los casquillos de sujeción.
8. Una vez introducido el carro portafusibles, empujar el asa suavemente hacia abajo hasta hacer tope, y finalmente colocar la tapa inferior.





Paso 6



Paso 7



Paso 8

→ Consideraciones:

- Fusibles recomendados marca SIBA con percutor tipo medio, según IEC 60282-1 (Fusibles de bajas pérdidas).
- Los valores para fusibles combinados aparecen en azul.
- El conjunto interruptor-fusibles ha sido ensayado a calentamiento en las condiciones normales de servicio según IEC 62271-1.
- Existe un carro portafusibles adaptado a la medida de los fusibles de 6/12 kV de 292 mm.
- Para los calibres marcados en negrita la medida es 442 mm.
- Se recomienda el cambio de los tres fusibles en caso de fusión de alguno de ellos.
- Para condiciones de sobrecarga en el transformador o la utilización de otras marcas de fusibles consultar con el departamento Técnico-Comercial de Ormazabal.



NOTA: Aunque también podríamos utilizar fusibles del fabricante **INAEI** descritos ya en el apartado de "Red de Media Tensión".

Además vamos a incorporar un sistema de protección ekorPT del transformador que es un relé digital cuya misión es proteger al trafo contra las sobrecargas, sobreintensidades y defecto a tierra y cuyo funcionamiento explicaremos más adelante.

- Las operaciones de maniobra que podemos realizar con las celdas CGMCOSMOS-2LP son las siguientes:

OPERACIÓN

FACILIDAD DE OPERACIÓN

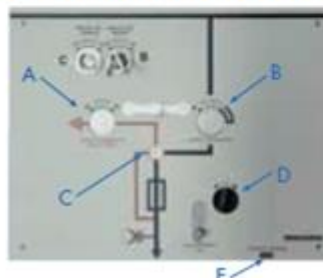
En la parte frontal superior de cada celda se dispone de un esquema sinóptico del circuito principal, que contiene los ejes de accionamiento del interruptor y seccionador de puesta a tierra. Se incluye también en ese esquema la señalización de posición del interruptor, que está ligada directamente al eje del mismo sin mecanismos intermedios, lo que asegura la máxima fiabilidad.

- A: Cierre y Apertura del seccionador/ seccionador de puesta a tierra.
- B: Cierre y Apertura del interruptor (mandos B y BM).
Cierre del interruptor y carga de muelles (mandos BR y AR).
- C: Señalización de posición del seccionador/interruptor.
- D: Apertura del interruptor.
- E: Señalización de la fusión de fusibles.
- F: Carga de resortes.
- G: Apertura del interruptor automático.
- H: Cierre del interruptor automático.
- I: Señalización de posición del interruptor automático.
- J: Indicación de tensado de resortes.
- K: Contador de maniobras (opcional).

Función de Línea



Función de Protección



Maniobras

¡ ATENCIÓN!

Antes de realizar algún tipo de maniobra con tensión, es aconsejable comprobar la presión de gas SF₆ mediante el manómetro.

Las celdas del sistema CGMCOSMOS van provistas de un manómetro con escala de presión de dos colores (rojo y verde), relacionada con la escala de temperaturas ambiente.

Para acceder al manómetro se debe retirar la tapa frontal superior de la celda, soltando previamente los tornillos que la sujetan. El manómetro dispone de un tapón en su parte superior que deberá estar en posición abierto para garantizar una correcta lectura del mismo. Esto se consigue girando a la posición "OPEN" la llave que tiene el propio tapón.

En la instalación los conjuntos tienen que quedar adecuados a la presión atmosférica existente, si no la aguja podría indicar un valor erróneo (escala en rojo), aun siendo correcta la presión interior.

Nota: Para realizar una lectura fiable del manómetro es conveniente asegurarse que la llave situada en la parte superior de éste, se encuentra en posición "OPEN".

Secuencia de maniobras para acceso a bornas o fusibles

1. Abrir el interruptor-seccionador y comprobar el indicador de apertura.
2. Verificar la presencia de tensión en la llegada de cables, mediante el indicador de presencia de tensión, ekorVPIS, incorporado en la celda.
3. Conectar el seccionador de puesta a tierra.
4. Verificar en el sinóptico el indicador de cierre del seccionador de puesta a tierra.
5. Desenclavar la tapa de acceso.

Secuencia de maniobras de puesta en servicio

1. Colocar la tapa.
2. Abrir el seccionador de puesta a tierra.
3. Verificar en el sinóptico el indicador de apertura del seccionador de puesta a tierra.
4. Cerrar el interruptor-seccionador.
5. Comprobar presencia de tensión (*)

(*) En el caso que proceda

Seccionador de puesta a tierra (SpT)

❖ Función de línea:

Apertura del SpT

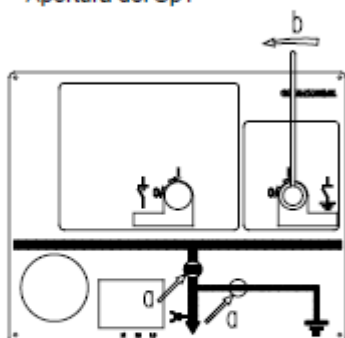


Fig. 6.11

- 1: Partiendo del seccionador de puesta a tierra cerrado e interruptor abierto (a)
- 2: Maniobrar la palanca en el sentido (b)
- 3: Situación final: (c)

Cierre del SpT

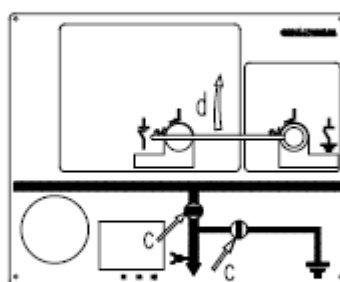


Fig. 6.12

- 1: Partiendo del interruptor y seccionador de puesta a tierra abiertos (c)
- 2: Maniobrar la palanca en el sentido (d)
- 3: Situación final: (a)

❖ Función de protección con fusibles:

Apertura del SpT

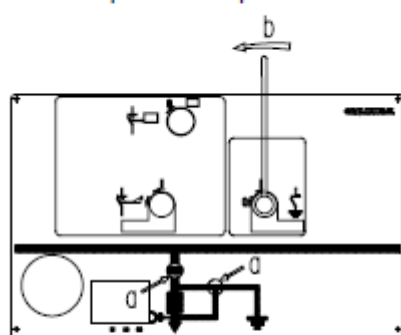


Fig. 6.13

- 1: Partiendo del seccionador de puesta a tierra cerrado e interruptor abierto (a)
- 2: Maniobrar la palanca en el sentido (b)
- 3: Situación final: (c)

Cierre del SpT

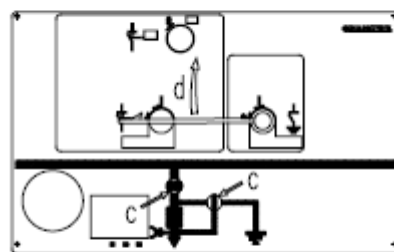


Fig. 6.14

- 1: Partiendo del interruptor y seccionador de puesta a tierra abiertos (c)
- 2: Maniobrar la palanca en el sentido (d)
- 3: Situación final: (a)

Interruptor-seccionador mando B

Cierre

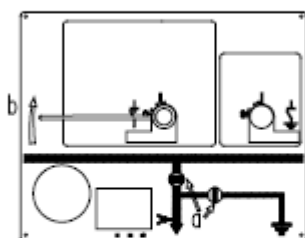


Fig. 6.15

- 1: Partiendo del interruptor y seccionador de puesta a tierra abiertos (a)
- 2: Maniobrar la palanca en el sentido (b)
- 3: Situación final: (c)

Apertura

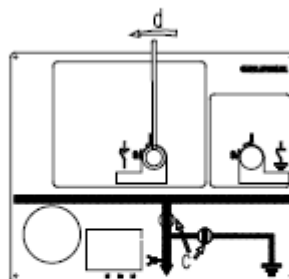


Fig. 6.16

- 1: Partiendo del interruptor cerrado y seccionador de puesta a tierra abierto (c)
- 2: Maniobrar la palanca en el sentido (d)
- 3: Situación final: (a)

Interruptor-seccionador mando BR

Para funciones de protección con fusibles.

Paso 1: Cierre

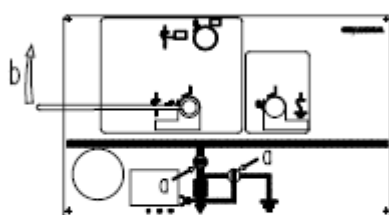


Fig. 6.16

- 1: Partiendo del interruptor y seccionador de puesta a tierra abiertos (a)
- 2: Maniobrar la palanca en el sentido (b)
- 3: Situación final: (c)

(*): No se puede extraer la palanca entre el Paso 1 y el Paso 2

Paso 2: Tensar muelles

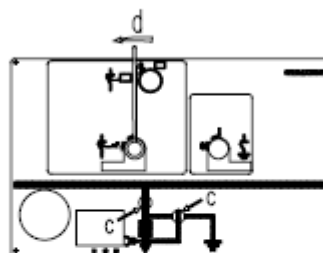


Fig. 6.17

- 1: Partiendo del interruptor cerrado y seccionador de puesta a tierra abierto (c)
- 2: Maniobrar la palanca en el sentido (d)
- 3: Extraer la palanca

Paso 3: Apertura

- 1: Partiendo del interruptor cerrado, seccionador de puesta a tierra abierto (e) y muelles tensados
- 2: Abrir el interruptor girando la maneta de disparo. (f)
- 3: Situación final: (a)

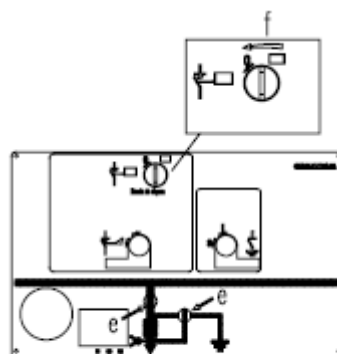
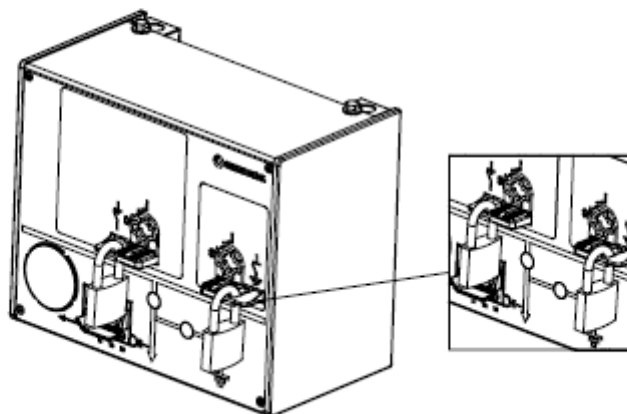


Fig. 6.18

ENCLAVAMIENTOS

Condenación por Candado

Cada eje de accionamiento puede ser condenado por medio de hasta un máximo de tres candados normalizados, de diámetro máximo de asa de 8 mm.



Condenación por Cerradura

Las celdas están preparadas para incorporar bloques de ceraduras, tanto en abierto como en cerrado, en ambos ejes de accionamiento (interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra).

Elementos funcionales principales

SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN

Mecanismos de maniobra

La disposición frontal de los mecanismos de maniobra y la utilización de palancas antireflex permite la realización de maniobras de forma segura, cómoda, sencilla y con mínimos esfuerzos. Su posición se indica de manera fiable, cumpliendo el ensayo de cadena cinemática.

Según el mecanismo de actuación (interruptor de 3 posiciones o interruptor automático) existen modelos diferentes.

Interruptor-seccionador de 3 posiciones

B y BM

Mecanismo de maniobra básico con accionamiento manual independiente (B) o motorizado (BM).

Maniobras local o telemandadas.

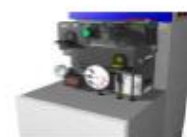
Aplicable en funciones de línea y pasante.



BR

Mecanismo de maniobra con accionamiento manual (BR) y con retención a la apertura.

Aplicable en funciones de protección con fusibles.



La endurance mecánica de los mecanismos de maniobra del interruptor de 3 posiciones es clase M1 para mecanismos manuales y clase M2 para mecanismos con maniobras frecuentes (IEC 60265 – IEC 62271-102). Pueden ser sustituidos bajo tensión, en cualquiera de sus posiciones (cerrado, abierto o puesto a tierra).

→ Opcionalmente se pueden suministrar cajones de control acoplables para la ubicación de los elementos de señalización y control.

CAMBIO DE UN MECANISMO DE MANIOBRA

El mecanismo de maniobra del sistema CGMCOSMOS responde a las especificaciones de endurance mecánica de la norma IEC 60265-1, soportando 5000 ciclos de maniobra cierre/apertura, en el mando motorizado, y 1000 ciclos de maniobra en el manual.

La fabricación de los mandos con aleaciones de alta resistencia a la oxidación, junto con un tratamiento anticorrosivo, les confiere una alta robustez frente a agentes externos y ambientes agresivos.

Además, el mecanismo de maniobra aporta la posibilidad de ser sustituido, por aumento de prestaciones, en cualquiera de las tres posiciones del interruptor-seccionador de puesta a tierra. Estas posiciones se pueden bloquear mediante un sistema de fijación, condenable por candado, ESTANDO O NO LA CELDA EN SERVICIO.

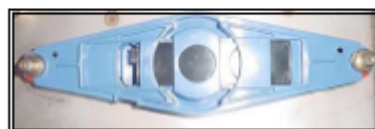


Fig. 7.4

- *Los Accesorios de Conexión entre Celdas son proporcionados por fabricante ORMAZABAL y son los siguientes:*



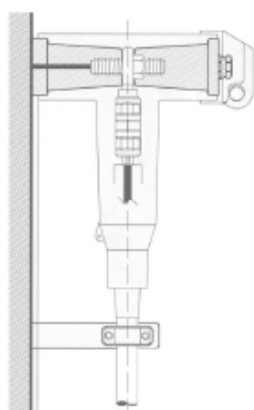
Detalle de pasatapas

CONEXIONADO DE CABLES

Pasatapas EN 50181 (Tipo IEC)

- Fabricados en resina epoxi, cumplen con los ensayos dieléctricos y de descargas parciales.
- Opción de 3 tipos de interface:
 - Enchufables hasta 250 A
 - Enchufables hasta 400 A
 - Atornillables hasta 630 A
- Situados en el compartimento de cables. Opcionalmente pueden ubicarse en el lateral de las celdas para una acometida directa al embarrado principal.

→ Para opción de pasatapas compatibles ANSI (IEEE 396) consultar con nuestro departamento Técnico-Comercial.



Sección de conector
EUROMOLD

Conectores

- Conexión directa a los pasatapas situados en el compartimento de cables o en el lateral mediante conectores enchufables o atornillables (intensidad nominal mayor que 400 A o intensidad de cortocircuito es igual o superior a 16 kA).
- Conectores enchufables de 250 A (de tipo recto o acodado para salida trasera de cable) en las salidas a transformador (compartimento de cables) para funciones de protección con fusibles.
- Conectores apantallados para funciones de protección con interruptor automático.

Conectores y accesorios EUROMOLD

Ormazabal recomienda el uso de conectores Euromold:

CONECTORES PARA PASATAPAS DE 250 A

		12 kV Tipo Conector	12 kV Sección mm ²	24 kV Tipo Conector	24 kV Sección mm ²
Cable seco	Acodado	158LR	16 - 150	K-158LR	16-150
	Recto	152SR	16 - 120	K-152SR	25-120

CONECTORES PARA PASATAPAS DE 400/630 A

		Intensidad Nominal [A]	12 kV Tipo Conector	12 kV Sección mm²	24 kV Tipo Conector	24 kV Sección mm²
Cable seco	Apantallado	400	400LR	70-300	K-400LR	25-300
		400	400TE	70-300	K-400TE	25-300
		630	450SR	70-300	K-450SR	35-300
		630	400LB	50-300	K-400LB	50-300
		630	400TB	70-300	K-400TB	35-300
	630	440TB	185-630	K-440TB	185-630	
	No Apantallado	630	15TS	35-630	UC412L	50-240
Cable con papel impregnado en aceite	Apantallado	630	K-400TB-MIND	25-240	K-400TB-MIND	25-240

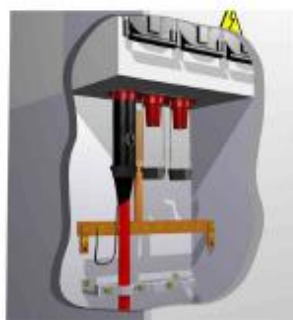
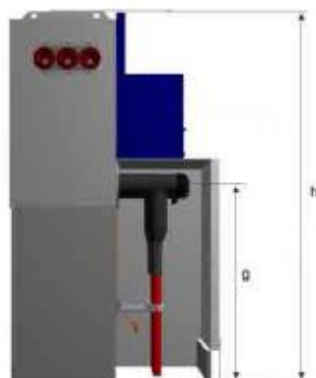


ACCESORIOS	
	Hasta 24 kV
Derivación enchufable en T	250 A
Derivación enchufable en cruz	250 A
Tapones aislantes	250 A
Reductores	250 A
Bornas de unión	250 A
Autoválvulas	5 kA

➔ Para otros tipos y valores consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

➔ Todos los conectores y accesorios aquí representados han sido ensayados en el sistema CGMCOSMOS.

Altura de pasatapas



Posición de pasatapas en la función de protección con fusibles (P)

ALTURA CELDA (h)			ALTURA DE PASATAPAS (g)	
L	[mm]	1300	725	
		1740	1165	
2L	[mm]	1300	725	
		1740	1165	
P	[mm]	1300	410	
		1740	850	
V	[mm]	1740	695	
RB	[mm]	1300	725	
		1740	1165	
RC	[mm]	1740	1535	
R2C	[mm]	1740	1535	
2LP	[mm]	1300	Línea	Protección
			725	410
		1740	1165	850
			1165	850
RLP	[mm]	1300	Línea	Protección/Remonte
			725	410
		1740	1165	850
			1165	850



Detalle conexión.
Borna acodada EUROMOLD
(K-158LR) enchufable



Detalle conexión.
Borna recta EUROMOLD
(K-152SR) enchufable



Detalle conexión.
Borna en T EUROMOLD
(K-400TB) atornillable

Los puentes de media tensión que unen la función de protección del trazo con las pasatapas de media tensión del trazo serán con cables 3x(1x50 mm²) AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 12/20 KV cuyas características hemos descrito en el apartado de “Red de Media Tensión”. La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR. Para la entrada y salida del anillo de MT en las funciones de línea el terminal es EUROMOLD de 24 KV de tipo enchufable acodado y modelo K158LR.

1.9.4.7 Equipo de Potencia. Transformador

Transformador aceite 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS-ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Potencia: 400 KVA

Tensión Primario: 20 KV

Tensión Secundario: 420 V en Vacío

Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %

Tensión de cortocircuito (Ucc): 4%

Grupo de conexión: Dyn11

Protección incorporada al transformador: Termómetro

La ficha del fabricante ORMAZABAL de los transformadores que vamos a utilizar en el presente proyecto tanto para el centro de transformación y reparto como para el resto de los centros de transformación es la siguiente:



Transformador hermético de llenado Integral

- Cubas herméticamente selladas:
 - No necesitan depósito de expansión.
 - Cantidad menor de dieléctrico líquido que en otros tipos de transformadores.
- Ausencia de contacto entre el líquido dieléctrico y agentes externos (aire, humedad, contaminación, etc.).
- Evita la degradación de las características del dieléctrico.
- Reducción del mantenimiento.
- Baja posibilidad de fugas:
 - Robustez de la cuba (altas características de los materiales).
 - Procesos de soldadura realizados por personal cualificado.
 - Ensayos de estanqueidad realizados en todos los transformadores.

Mínimo impacto ambiental

- Respeto al medio ambiente:
 - Uso de materiales con un alto grado de reciclabilidad.
 - Racionalización en el uso de materias primas.
 - Dimensiones optimizadas de los transformadores.
- Óptimo consumo de materias primas:
 - Selección de materiales.
 - Aprovechamiento máximo de sus características.
- Bajo consumo de energía eléctrica:
 - Tecnología avanzada en diseño, fabricación y ensayo.
 - Transformadores de pérdidas reducidas.
 - Productos fiables y seguros.
- Certificación ISO 14001.

Transformadores Sumergidos en Dieléctrico Líquido

GENERALIDADES



Estos transformadores cumplen las siguientes características:

- Transformadores trifásicos, 50 Hz para instalación en interior o exterior.
- Herméticos de llenado integral.
- Sumergidos en Aceite mineral de acuerdo a la norma **IEC 60296**.
- Refrigeración ONAN.
- Color azul oscuro, de acuerdo a la norma **UNE 21428**.

Los datos y valores mostrados corresponden a las Condiciones Normales de Funcionamiento referenciadas en la norma **IEC 60076-1**.

Nota: Para otras configuraciones consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.

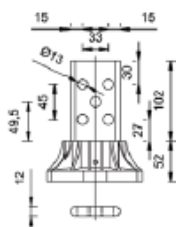
DESCRIPCIÓN

NORMAS

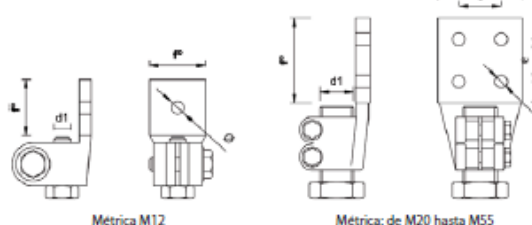
Los transformadores cumplen con las siguientes normas:

UNE 21428
EN 50464
IEC 60076

Pasabarras Unipolar BT (opcional)



Piezas de conexión BT (Palas)



CONEXIÓN BAJA TENSIÓN

PASATAPAS BT DE PORCELANA PARA 420V - B2*

Potencia [kVA]	25	50	100	160	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Intensidad nominal [A]	250	250	250	250	630	630	1000	1000	1600	1600	2000	3150	3150	4000
Dimensión - Métrica d1	M12	M12	M12	M12	M20	M20	M30	M30	M42	M42	M42	M48	M48	M55
Material	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Latón	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre

PIEZAS DE CONEXIÓN - PALAS BT

Métrica	M12	M12	M12	M12	M20	M20	M30	M30	M42	M42	M42	M48	M48	M55
e [mm]	-	-	-	-	32	32	32	32	40	40	40	40	40	70
f0 [mm]	40	40	40	40	60	60	60	60	100	100	100	120	120	150
Ø [mm]	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	18

PASABARRAS UNIPOLAR BT DE INSTALACIÓN INTERIOR (OPCIONAL)

Potencia [kVA]	25	50	100	160	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Intensidad nominal [A]	-	-	-	-	630	630	1600	1600	1600	1600	-	-	-	-
Material	-	-	-	-	Al	Al	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	-	-	-	-

(*) Para otras tensiones secundarias, consultar con nuestro Departamento Técnico-Comercial

CONEXIÓN MEDIA TENSIÓN

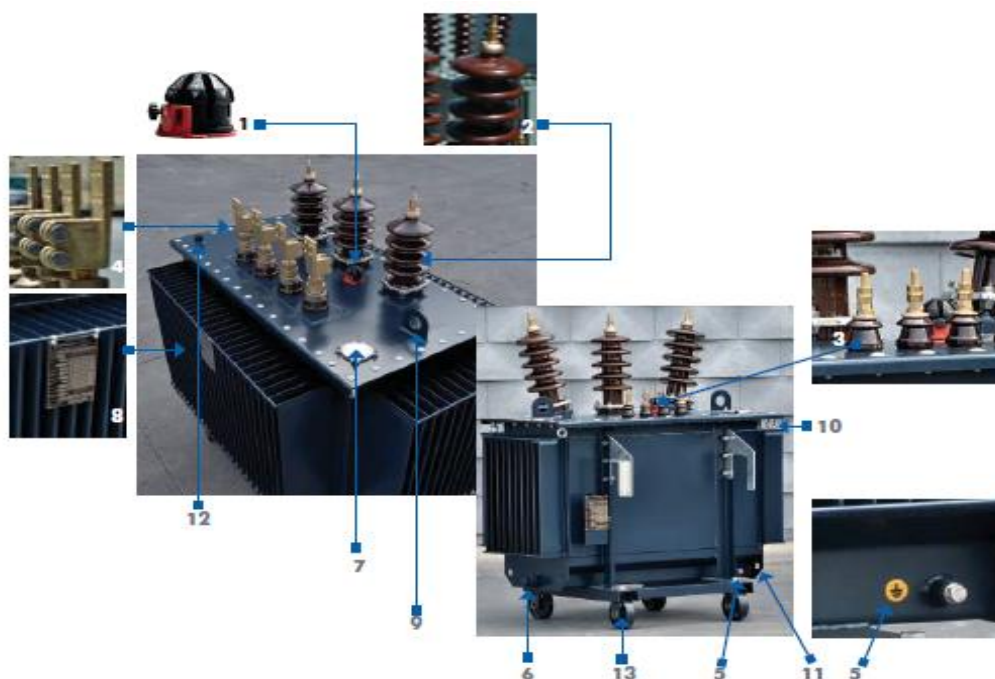
CONECTORES PARA PASATAPAS ENCHUFABLES MT (NO SUMINISTRADOS CON EL TRANSFORMADOR)

Aislamiento [kV]	24	36
	Conector acodado tipo A (250 A) Ref. EUROMOLD K-158LR	Conector acodado tipo B (400 A) Ref. EUROMOLD M-400LR
	Conector recto tipo A (250 A) Ref. EUROMOLD K-152SR	-

EQUIPAMIENTO

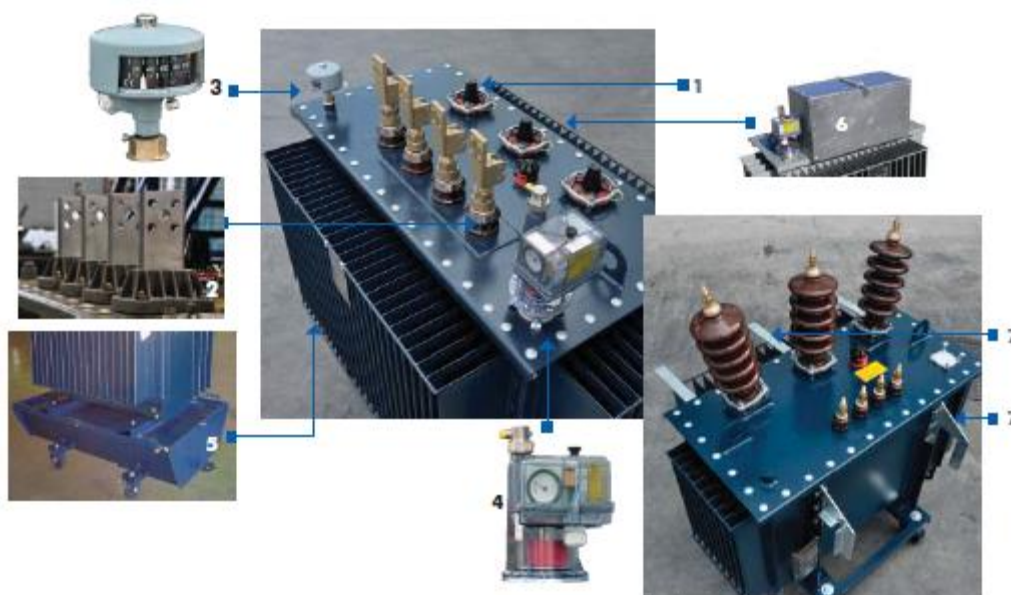
EQUIPAMIENTO DE SERIE UNE-21428

			Figura
- Aceite mineral aislante no inhibido		UNE-EN 60296	
- Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión)		UNE-EN 60214	1
- Conmutador de cambio de tensión sobre tapa para los transformadores de doble tensión primaria (maniobrable sin tensión)		UNE-EN 60214	
- Pasatapas MT de porcelana		UNE-EN 50180	2
- Pasatapas BT de porcelana		UNE-EN 50386	3
- Terminales planos de conexión BT	≥630 kVA		4
- 2 Terminales de tierra en la cuba		UNE-EN 50216-4	5
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras.		UNE-EN 50216-4	6
- Dispositivo de llenado		UNE-21428	7
- Placa de características		UNE-21428	8
- 2 Cáncamos de elevación		UNE-21428	9
- 4 Cáncamos de arriostamiento		UNE-21428	10
- 4 Dispositivos de arrastre		UNE-21428	11
- Dispositivo para alojamiento de termómetro		UNE-EN-50216-4	12
- Ruedas	≥250 kVA	UNE-EN-50216-4	13



EQUIPAMIENTO OPCIONAL

		Figura
• Pasatapas enchufables MT	UNE-EN 50180	1
• Pasabarras unipolar BT	UNE-EN 50387	2
• Termómetro: mide la temperatura de la capa superior del líquido aislante. Disponible con 2 contactos. (alarma y disparo) y aguja de máxima.		3
• Relé de protección integral Funciones: Control de presión interna de la cuba Control de temperatura del líquido dieléctrico Control de nivel de aceite y detección de gases	UNE-EN 50216-3	4
• Dispositivo de recogida del dieléctrico líquido		5
• Cajón cubrebornas		6
• Ganchos y soporte para autoválvulas (aplicación para poste hasta 160 kVA).		7

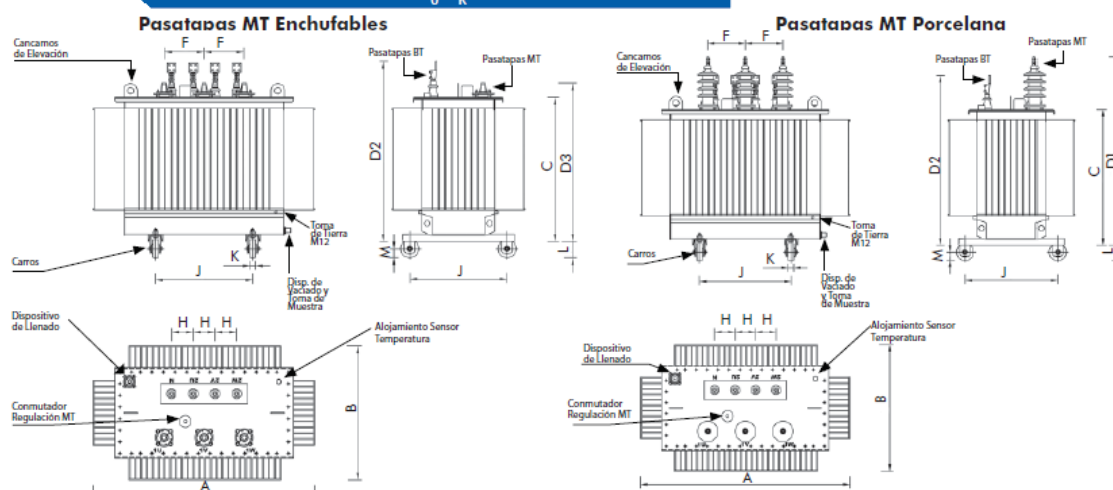


OTROS LÍQUIDOS DIELECTRICOS

- Ester natural biodegradable para aplicación en transformadores eléctricos, Clase K con punto de combustión superior a 300 °C.
- Silicona líquida dieléctrica según norma IEC 60836, Clase K con punto de combustión superior a 300 °C.
- Ester sintético biodegradable para aplicación en transformadores eléctricos según norma IEC 61099 Clase K, con punto de combustión superior a 300 °C.

Transformadores Sumergidos en Dieléctrico Líquido

CARACTERÍSTICAS 24 kV: D₀ C_K (AB')



CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

24 kV: D₀ C_K (AB')

POTENCIA ASIGNADA [kVA]	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Tensión [kV]	Primaria 20									
Asignada (U _r) [V]	Secundaria en vacío 420									
Grupo de Conexión	Dyn11									
Pérdidas en Vacío- P ₀ [W]	Lista D ₀	530	750	880	1030	1150	1400	1750	2200	3200
Pérdidas en Carga- P _k [W]	Lista C _k	3250	4600	5500	6500	8400	10500	13500	17000	26500
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4	4	4	4	6	6	6	6	6
Nivel de Potencia Acústica L _{WA} [dB]	Lista D ₀	60	63	64	65	66	68	69	71	76
Caída de tensión a plena carga (%)	cosφ=1	1.37	1.22	1.16	1.11	1.19	1.22	1.25	1.24	1.22
	cosφ=0.8	3.33	3.25	3.21	3.17	4.44	4.47	4.49	4.48	4.47
	CARGA 100% cosφ=1	98.51	98.68	98.75	98.82	98.86	98.82	98.79	98.81	98.83
	CARGA 100% cosφ=0.8	98.15	98.36	98.44	98.53	98.58	98.53	98.50	98.52	98.54
Rendimiento (%)	CARGA 75% cosφ=1	98.76	98.90	98.96	99.02	99.06	99.04	99.01	99.03	99.04
	CARGA 75% cosφ=0.8	98.45	98.63	98.70	98.78	98.83	98.80	98.77	98.79	98.81

DIMENSIONES [mm]

POTENCIA ASIGNADA [kVA]	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
A (Largo)	1376	1537	1622	1622	1932	1997	2007	1922	1965	2093
B (Ancho)	930	941	962	962	1161	1200	1200	1224	1277	1487
C (Alto a tapa)	915	1004	1026	1092	1112	1158	1230	1517	1715	1737
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)	1300	1389	1411	1477	1497	1543	1615	1902	2100	2122
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)	1004	1093	1115	1181	1201	1247	1319	1606	1804	1826
D2 (Alto a BT con Palas)	1149	1238	1287	1353	1445	1491	1563	1886	2084	2167
F (separación MT)	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
H (separación entre BT)	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200
J (Distancia entre ruedas)	670	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
K (ancho rueda)	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
Ø (diámetro rueda)	125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
L (Rueda)	110	110	110	110	110	110	165	165	165	165
Volumen Aceite [Litros]	260	330	390	410	510	530	540	1000	1200	1400
Peso total [Kg]	1010	1330	1600	1750	2250	2430	2750	3850	4750	5350

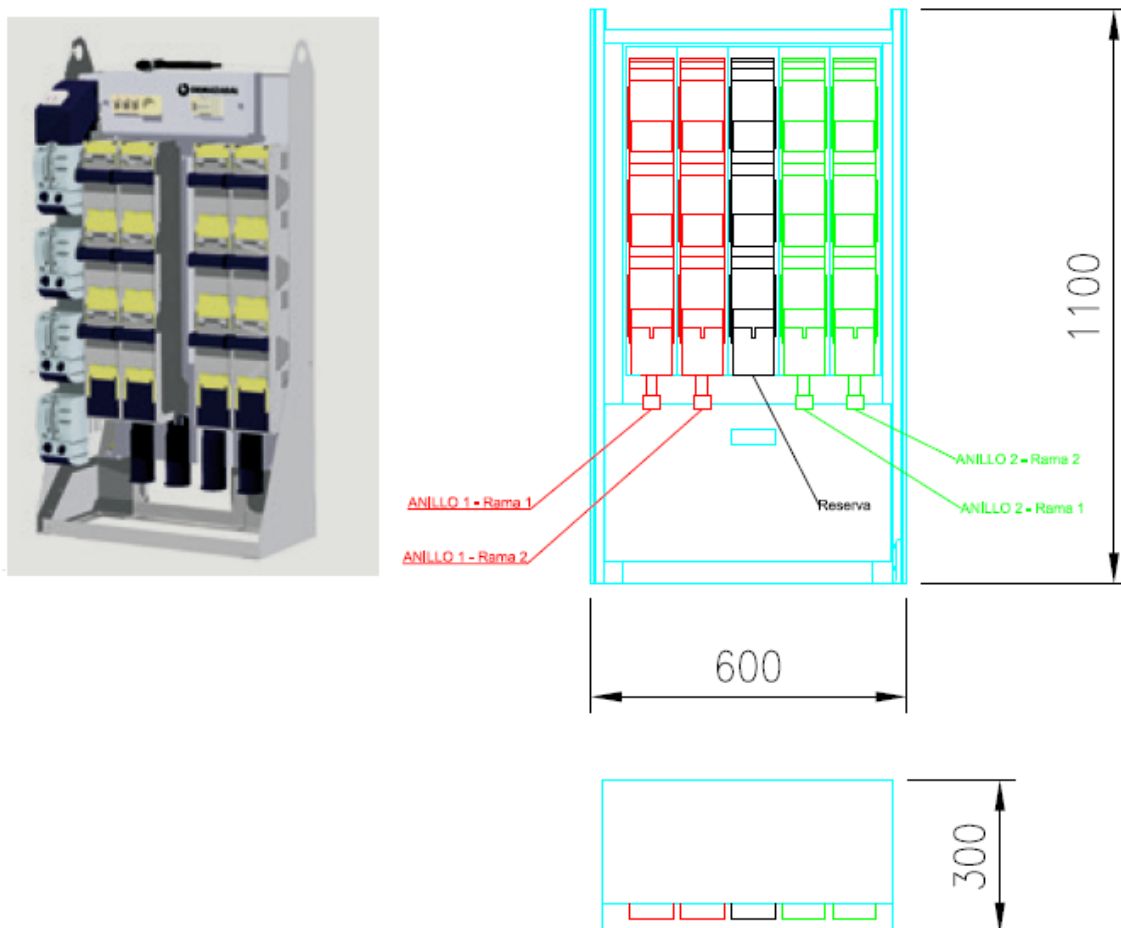
1.9.4.8 Características de la Aparamenta de Baja Tensión

La aparamenta de Baja Tensión la constituyen los siguientes elementos:

- Puentes de Baja Tensión con cables **AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 3x[3x(1x240 mm²)+2x(1x240 mm²)] 0,6/1 KV PRYSMIAN**
- Cuadro de Baja Tensión **CBTO-K** optimizado con 5 salidas. **PLANO 61**
- **Fusibles de Baja Tensión NH1** para proteger los anillos de Baja Tensión.

Los cables para puentes de Baja Tensión y los fusibles NH1 que instalaremos en el CBTO-K para proteger los anillos de BT ya los hemos descrito sus características en el apartado de “Red de Baja Tensión”.

El cuadro de Baja Tensión CBTO-K es el mismo que utilizamos para el centro de transformación y reparto y cuya descripción detallada ya hicimos en el apartado de “Características de la Aparamenta de Baja Tensión” para el centro de transformación y reparto. No obstante, volveremos a describir en este apartado sus aspectos más importantes



Dicho cuadro está regulado por la normativa de Iberdrola NI 50.44.03 cuya designación según esta normativa es CBT-EAS-ST-1600-5.

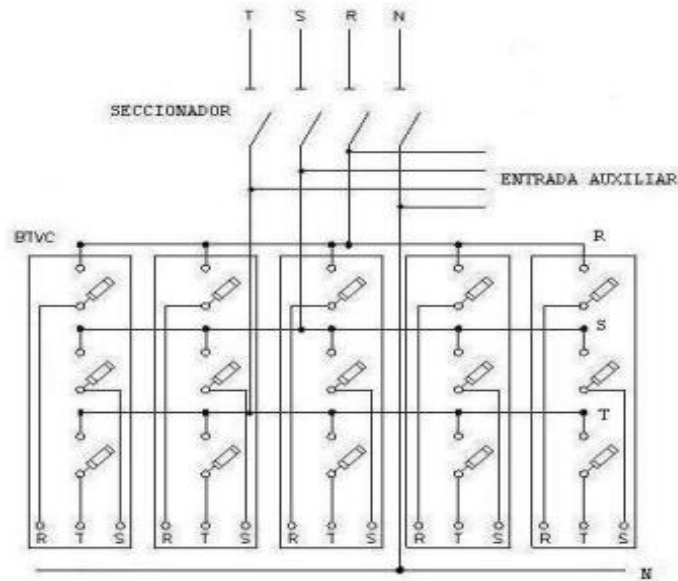


Fig. 1a: CBT-EAS-ST con 5 salidas

Resumiendo podemos decir del CBTO-K lo siguiente:

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-K, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-K de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-K existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión asignada de empleo: 440 V

Tensión asignada de aislamiento: 500 V

Intensidad asignada en los embarrados (vertical y horizontal): 1600 A

Frecuencia asignada: 50 Hz

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 10 kV
entre fases: 2,5 kV

Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 20 kV

Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 25 kA

Intensidad Asignada de Cresta: 52,5 kA

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS PARA UN CUADRO DE 5 SALIDAS

Anchura Real (CBTO-K): 600 mm

Altura Real (CBTO-K): 1100 mm

Fondo Real (CBTO-K): 300 mm

OTRAS CARACTERÍSTICAS

Salidas de Baja Tensión: 5 salidas (5 x 400 A)

El fabricante nos proporciona los siguientes datos sobre su producto:

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Elevada seguridad (IP2X en todo el cuadro).
- Calidad de Servicio.
- Fiabilidad.
- Compartimentación de las diferentes unidades funcionales.
- Anclaje mecánico de las bases a la placa soporte aislante.
- Materiales autoextinguibles.
- Facilidad de maniobra.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión asignada	440 V
Intensidad asignada	1600 A
Tensión soportada a frecuencia industrial	2,5 kV (partes activas)
Tensión soportada a impulso tipo rayo	10 kV (partes activas - masa)
Intensidad de cortocircuito	20 kV
Grado de protección	25kA / 1s
	IP 2X, IK 08

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

CBTO-K (Ancho x Alto x Fondo) [mm] 600 x 1100 x 300

NORMATIVA APLICADA

- UNE EN 60439-1
- UNE EN 60947-3

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS



UNIDADES FUNCIONALES

- Placa soporte compartimentada, de material aislante y autoextinguible.
- Unidad seccionadora con unidad de acometida principal y auxiliar (o de socorro) integradas.
 - Funciones principales:
 - Acometida + Seccionamiento + Alimentación a embarrado de distribución.
 - Funciones adicionales:
 - Control y medida + Acometida auxiliar (o de socorro).
 - Seccionador:
 - Constituido por 4 unidades unipolares acoplables entre sí (vertical u horizontalmente).
 - Maniobra unipolar manual (categoría de empleo AC20B).
 - Accionamiento mediante herramienta específica.
 - Compatibilidad con BTVC (185 mm entre ejes).
 - Integración de transformadores de intensidad.
- Unidad de protección constituida por bases tripolares verticales cerradas.
- Unidad de control y medida.
- Bastidor de anclaje (suelo o pared).
- Soporte para cables de salida de las líneas de distribución de BT.
- Ensayos Adicionales
 - Análisis de comportamiento ante el fuego.
 - Análisis frente a arco interno, según UNE 201001.

CONDICIONES DE EMPLEO

El **CBTO-K** está previsto para ser utilizado en las condiciones de empleo descritas en la norma UNE-EN 61439-1 apartado 7, que son:

Temperatura del Aire Ambiente

La temperatura de aire ambiente para la instalación en interior no debe superar los + 40 °C y la temperatura media durante un periodo de 24 horas no debe sobrepasar los + 35 °C. El límite inferior de la temperatura del aire ambiente debe ser de - 5 °C.

Condiciones Atmosféricas (Instalaciones de Interior)

El aire debe ser limpio y la humedad relativa no sobrepasar el 50% a una temperatura máxima de +40 °C. Pueden admitirse grados de humedad relativa mas elevados a temperaturas mas bajas.

Grado de Contaminación

El **CBTO-K** está destinado a aplicaciones industriales con un grado de contaminación 3 en general. Presencia de una contaminación conductora o de una contaminación seca no conductora que se convierte en conductora por condensación.

Altitud

La altitud del lugar de la instalación no debe sobrepasar los 2000 m.

Para otras condiciones de empleo diferentes a las expuestas o no mencionadas en este documento, consultar con el departamento Técnico - Comercial de Ormazabal.

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

ALMACENAMIENTO					MANIPULACIÓN		
	NO Almacenar en ambiente corrosivo o salino		NO Apilar ni Tumbar	NO Almacenar sin embalaje			

INSTALACIÓN

El **CBTO-K** tiene unos orificios en la parte inferior para su anclaje al suelo. El **CBTO-K** debe estar bien anclado al suelo para poder efectuar las maniobras correctamente y de forma segura. La posición de éstos es la mostrada en la siguiente figura.

El **CBTO-K** puede ser montado utilizando los dos carriles horizontales (accesorio) de la figura o directamente sobre sus patas verticales.

CONEXIONADO

Acometida

El **CBTO-K** está dispuesto de tal forma que puede acometerse desde el transformador hasta con cuatro cables de 240 mm² por fase, dependiendo de la intensidad y de los requisitos del cliente. Previo al conexionado los cables deben atravesar la goma de cierre del capuchón de protección.

Para la conexión de los cables de acometida utilizar los valores de par de apriete indicados en la tabla del apartado 3.1.6.

Salida

La conexión de los cables de las salidas de BT se realiza en los terminales de salida de las bases portafusibles. Al realizar esta operación, comprobar la aplicación de los pares de apriete que se indican en la tabla del apartado 3.1.6.

Control

En la parte de superior del **CBTO-K** se instala el control según el esquema-especificación del cliente. Junto con el **CBTO-K** se entrega el esquema del circuito de control.

Transformador de Intensidad

En el caso en el que el **CBTO-K** tenga uno o más transformadores de intensidad para la medida, éste se debe integrar en el polo del seccionador. El transformador de intensidad que se suministra, está especialmente diseñado para este tipo de cuadro y mantiene la clase de precisión entre el 20 % y el 150 % de la intensidad asignada al **CBTO-K**. Esta característica permite que no sea necesario cambiar el transformador de intensidad ante un cambio de potencia del transformador de distribución.

Conexiones a Tierra

- Se debe conectar la pletina de neutro a la red de tierras de servicio (o de neutro).
- Se debe conectar el bastidor metálico a la red de tierra de protección (o de herrajes).

Par de Apriete

El par de apriete para las uniones eléctricas queda fijada con la siguiente tabla:

MÉTRICA	PAR DE APRIETE [Nm]	
	Acero 8.8	Inoxidable A2
M12	32* / 56	
M10	32	

* 32 Nm aplicable a los tornillos en las pletinas de salida de las bases tripolares.
Ver IP bases tripolares

SECUENCIA DE OPERACIONES

Antes de manipular el **CBTO-K** leer atentamente este documento de Instrucciones Generales. Ante cualquier duda o necesidad de información adicional ponerse en contacto con el departamento Técnico – Comercial de Ormazabal.

Siempre que se manipule el **CBTO-K** han de tenerse presente los criterios de las normas UNE-EN 50110-1 y -2.

APERTURA DEL SECCIONADOR

El **CBTO-K** dispone en su posición central de un seccionador tetrapolar de maniobra unipolar manual, que permite aislar el **CBTO-K** del transformador de distribución. La secuencia de operación para la apertura del seccionador es la siguiente:

- Abrir el interruptor de la celda de media tensión.
- Comprobar la ausencia de corriente en el **CBTO-K**.
- Con la herramienta de accionamiento abrir sucesivamente los polos del seccionador de arriba a abajo.



Para abrir cada uno de los polos, introducir la herramienta en el mismo por la abertura superior hasta que la herramienta haga tope y tirar hacia abajo de la herramienta, sacar la herramienta por la abertura inferior y repetir la operación en cada polo.

Una vez finalizada la maniobra, dejar la herramienta de accionamiento en su lugar.

¡ATENCIÓN!

NO MANIPULAR EL SECCIONADOR EN CARGA

Una vez abierto el seccionador, se puede comprobar la apertura del mismo en los puntos de comprobación de que dispone para tal efecto.



CIERRE DEL SECCIONADOR

Para la operación de cierre del seccionador la secuencia es la siguiente:

- Comprobar que el interruptor de la celda de protección de MT está abierto y si no es así, abrirlo.
- Comprobar la ausencia de corriente en el **CBTO-K**.
- Con la herramienta de accionamiento cerrar secuencialmente los cuatro polos del seccionador de abajo a arriba.



COLOCACIÓN Y CAMBIO DE LOS FUSIBLES EN LA BASE TRIPOLAR

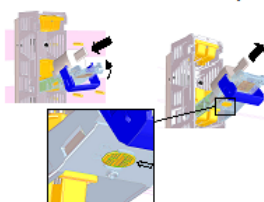
¡ATENCIÓN!

Trabajo en proximidad de tensión únicamente realizable por personal especializado.

La colocación o cambio de un fusible se puede realizar sobre la tapa en posición abierta o en posición extraída. La extracción del fusible de la base se lleva a cabo retirando el bloqueo mecánico que fija el fusible a la tapa. Para realizar esta operación basta con presionar el gatillo de la tapa.

Las bases portafusibles de tamaños 00 / 1 / 2 / 3 han de equiparse con fusibles del mismo tamaño que la base, por tanto, las bases de tamaño 00 con fusibles de tamaño 00, las de tamaño 1 con fusibles de tamaño 1 y así hasta el tamaño 3.

Insertar los fusibles y cerrar las tapas
Para retirar el fusible mover la pieza de bloqueo amarilla hacia la izquierda



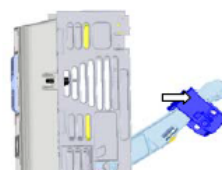
DESCONEXIÓN-CONEXIÓN

¡ATENCIÓN!

Maniobra en carga solo realizable por personal especializado

Desconexión. Ejercer en el asa de la tapa portafusibles una tracción energética hacia afuera con el fin de provocar el giro de la misma sobre su eje y la extracción de las cuchillas del fusible de los contactos de la base.

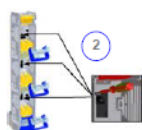
Conexión. Invertir el movimiento anterior.



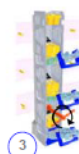
Estas operaciones se realizan con guante aislado y careta para evitar posibles proyecciones

AMPLIACIÓN DEL NÚMERO DE BASES EN EL CBTO-K:

Para ampliar el número de salidas del **CBTO-K** con un máximo de 5 es necesario montar una base portafusibles en uno de los huecos existentes. Para realizar esta operación la secuencia es la siguiente:



1. Retirar la protección del hueco donde vamos a instalar la nueva base portafusibles.
2. Para realizar la operación en tensión de forma segura, abrir las tapas portafusibles y con ayuda de un destornillador de punta plana, abrir las tapas negras de acceso a los terminales.
3. Realizar la unión a las 3 fases con herramienta aislada comprobando el par de apriete de la misma según los valores de la tabla del apartado 3.1.6.
4. Cerrar las tres tapas negras, conectar los cables de salida y colocar los fusibles.



¡ATENCIÓN!

Quedan puntos en tensión desprotegidos. Trabajo en tensión. Operación solo realizable por personal especializado

CONEXIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO PREVIO PASO POR CERO

Cada polo del seccionador dispone de dos puntos de conexión para un grupo electrógeno. Cada uno de estos puntos de conexión admite la colocación de un cable de hasta 240 mm² de sección con terminal de compresión de un ancho máximo de pala de 36 mm.

La operación de conexión del cable de alimentación desde el grupo auxiliar al seccionador, una vez verificada la apertura del interruptor de la celda de MT y la ausencia de corriente (interrupción momentánea del servicio) en el **CBTO-K** es la siguiente:

1. Abrir el seccionador siguiendo las instrucciones del punto 4.1 de este documento.
2. Con una llave "allen" aislada de M6 soltar el tornillo de conexión de la acometida auxiliar ubicada en el frente del seccionador.
3. Desplazar el tornillo de conexión hacia el exterior del seccionador tirando del tapón azul.
4. Abrir la tapa e introducir el cable en el seccionador.
5. Con la llave "allen" aislada apretar el tornillo, comprobando que el par de apriete se ajusta a los valores de la tabla del apartado 3.1.6.

Para la operación de conexión del grupo electrógeno, seguir los procedimientos aprobados por la empresa que realiza el trabajo y la empresa responsable del suministro eléctrico.

¡ATENCIÓN!

Trabajo en proximidad de tensión. Operación solo realizable por personal especializado



1.9.4.9 Unidades de Protección, Automatismos y Control

FAMILIA ekorSYS

Ormazabal suministra instalaciones completas de Media Tensión que incluyen funciones de protección, control y automatización.

Ormazabal como especialista en Media Tensión dispone de una amplia cartera de aplicaciones y servicios para dar respuesta a las necesidades de la red de distribución.

Las unidades de la familia ekorSYS, patentadas por Ormazabal e integradas en celda, son la solución ideal para su implementación en las instalaciones más exigentes porque ofrecen unas elevadas prestaciones frente a los sistemas convencionales.

Protección

- Suministro de cliente en Media Tensión
 - ekorRPG
 - ekorRPT
- Protección de centros de reparto y clientes industriales
 - ekorRPS
 - ekorRPGci
 - ekorRPTci
- Protección de centros de transformación rural (CTR)
 - ekorRPT-K
- Protección de grupos electrógenos
 - ekorUPG
- Protección de subestación
 - ekorRPS-TCP



ekorRPG

Automatización y telemando

- Telemando
 - ekorUCT
 - ekorCCP
 - ekorRCI
 - CGMCOSMOS-2LPT
- Transferencia automática
 - ekorSTP
 - ekorCCP
 - ekorRTK
- Detección de faltas
 - ekorRCI
- Sistema de alarma sonora de presencia de tensión
 - ekorSAS
- Puntos de segunda maniobra

Telegestión y comunicación

- ekorGID

Puesto de control

Software

- ekorSOFT



ekorUCT-S

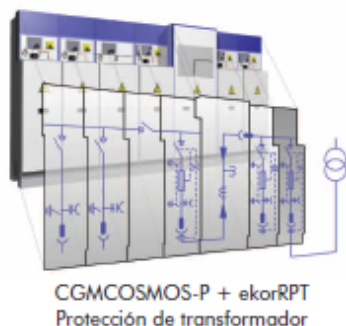


CGMCOSMOS-2LPT + ekorGID

AUTOMATIZACIÓN:
- Telecontrol
- Automatismos
- Servidor WEB
- Mantenimiento (paso falta, V, I, P, Q, alarmas)

Con fusibles y unidad de protección y medida ekorRPT

La unidad de protección, medida y control ekorRPT, integrada en celdas de protección con fusibles, aporta protección contra sobrecorriente temporizada (sobrecarga) e instantánea (cortocircuito) de fases y neutro.



POTENCIAS A PROTEGER CON ekorRPT

Tensión de red	Tensión nominal fusible	Potencia mínima		Potencia máxima	
		Calibre fusible		Calibre fusible	
[kV]	[kV]	[A]	[kVA]	[A]	[kVA]
6,6	3/7,2	16	50	160*	1250
10	6/12	16	100	160*	1250
12	10/24	16	100	100	1250
13,2	10/24	16	100	100	1250
15	10/24	16	125	125**	1600
20	10/24	16	160	125	2000

* Cartucho de 442 mm

** Fusible SSK 125 A de SIBA



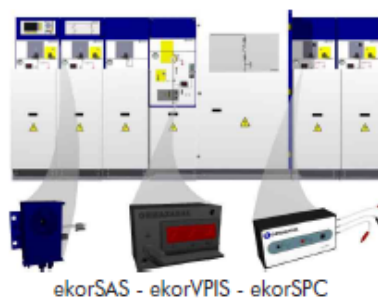
Prestaciones más destacadas de ekorRPT

- Relé electrónico comunicable
- Sensores de intensidad (1000/1 o 300/1)
- Tarjeta de alimentación y pruebas
- Transformadores toroidales de autoalimentación desde 5 A
- Disparador biestable
- ekorRPT proporciona mayor selectividad que protección con fusible: curvas de tiempo inverso IEC
- ekorRPT protege contra defectos fase-neutro
- ekorRPT evita fusiones no seguras (I3)
- Pruebas por primario y secundario
- Medida de fases desde 5 A y medida de homopolar desde 0,5 A

Alarma sonora ekorSAS

La unidad de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS es un indicador acústico que funciona asociado al eje del seccionador de puesta a tierra y al indicador de presencia de tensión ekorVPIS.

La alarma se activa cuando habiendo tensión en la acometida de Media Tensión de la celda, se opera sobre la maneta de acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. En ese momento un sonido avisa al operador de que puede provocar un cortocircuito en la red si efectúa la maniobra, lo que implica una mayor seguridad tanto para bienes y personas, como para la continuidad de suministro.

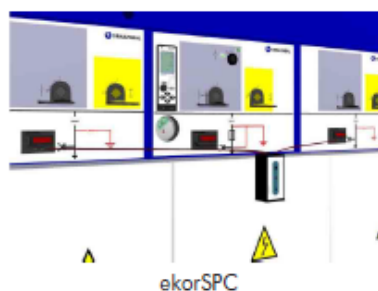


Indicador de presencia de tensión ekorVPIS

ekorVPIS es un indicador autoalimentado integrado en las celdas que muestra la presencia de tensión en las fases mediante tres señales luminosas permanentes, diseñado de acuerdo a la norma IEC 61958.

Para la realización de la prueba de concordancia entre fases dispone de puntos de test fácilmente accesibles.

Bajo pedido pueden suministrarse el comparador de fases ekorSPC y el detector de presencia / ausencia de tensión con señalización luminosa según norma IEC 61243-5 ekorIVDS de Ormazabal.



Indicador Integrado de Señalización de Presencia de Tensión ekorVPIS

El dispositivo de indicación de presencia de tensión ekorVPIS muestra tres señales. Éstas se corresponden con cada una de las fases, señalando presencia de tensión en cada una de ellas, mediante destellos de los indicadores.

La indicación de presencia de tensión del ekorVPIS está asegurada en el rango de funcionamiento que especifica la norma IEC 61958.

Se garantiza el correcto funcionamiento del sistema de indicación de tensión ekorVPIS para las temperaturas comprendidas en el rango de $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

CARACTERÍSTICAS NOMINALES			
Tensión nominal U_n	kV	12	24
Umbral de indicación	kV	5/12	5/24
Frecuencia de indicación a U_n	Hz	>1	>1
Máxima tensión punto de test	V	200	200
Tensión fase-tierra del punto de test	V	110	150
Tensión fase-fase entre puntos de test en concordancia (diferentes módulos)	V	<10	<20
Tensión fase-fase entre puntos de test en discordancia	V	>100	>150
Fiabilidad (MTBF)	horas	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$

El sistema presenta las siguientes indicaciones:

L1, L2, L3: señalan cada una de las fases del indicador. La numeración corresponde con el orden de las fases, de izquierda a la derecha, vistas desde el frente de la celda. Cada fase presenta un punto de test para realizar la concordancia de fases entre celdas.



Punto de test conectado a tierra. Su utilización es exclusiva para realizar la comparación de fases.



Señalización de presencia de tensión. La iluminación intermitente corresponde con la presencia de tensión en dicha fase.

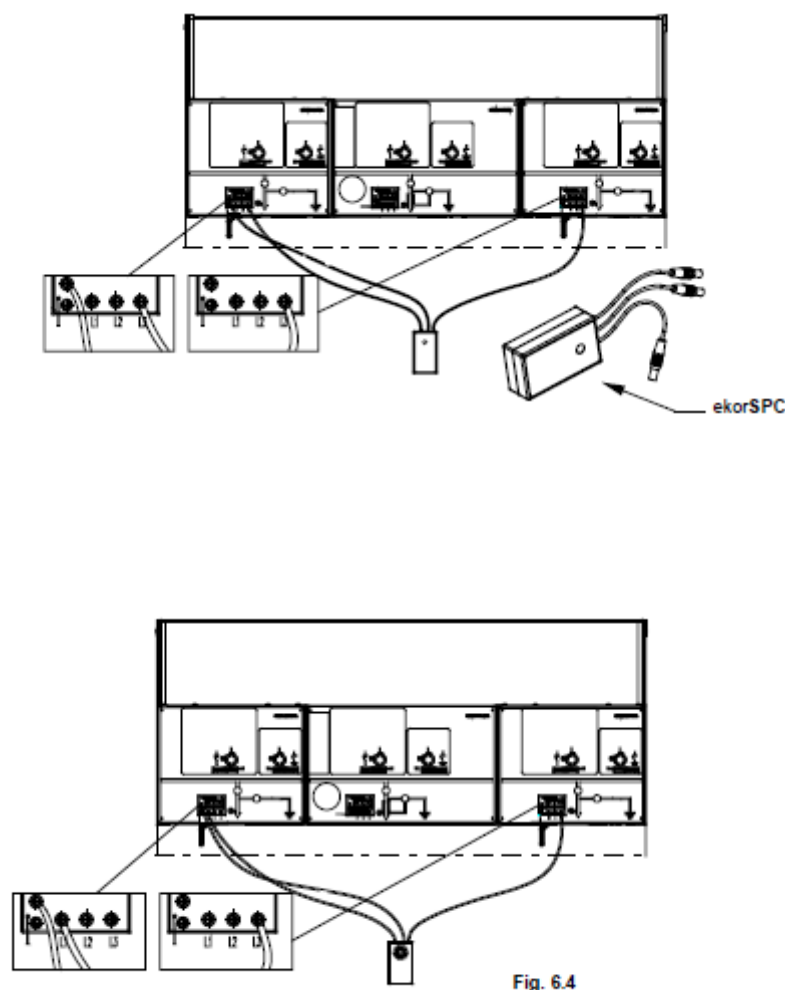


Fig. 6.2

Verificación de presencia de tensión y concordancia de fases

Para comprobar la presencia de tensión en los cables se observarán los indicadores ekorVPIS de cada una de las celdas. La presencia de tensión de cada fase vendrá dada por un parpadeo de la lámpara del ekorVPIS.

Para verificar la correcta conexión de los cables de MT se utilizará el comparador de fases ekorSPC. Se conectarán en primer lugar los cables del ekorSPC a los puntos de test de fases iguales de cada una de las funciones a comparar, y el cable de color negro al punto de test de tierra. Esta operación se deberá repetir para todas las fases L1, L2 y L3. La indicación luminosa del comparador NO deberá encenderse. Después se conectará el ekorSPC a fases distintas de cada una de las celdas a comparar. La indicación luminosa del comparador SI deberá encenderse.



Puesta en Marcha de la Alarma de Prevención de Puesta a Tierra ekorSAS

Se puede probar la correcta funcionalidad de la ekorSAS conectando el indicador de presencia de tensión ekorVPIS a 230 V_{ca} con unas bombas de 4 mm que se colocarán en el indicador entre el punto de test de tierra y el punto de test de la fase L1. Se mantiene con la alimentación auxiliar durante 5 min y transcurrido ese tiempo se introduce la palanca en el eje de puesta a tierra para maniobrar, la alarma comenzará a sonar y se mantendrá sonando durante unos 30 s mínimo. Se parará al extraer la palanca.

Placas de características y de secuencia de maniobras

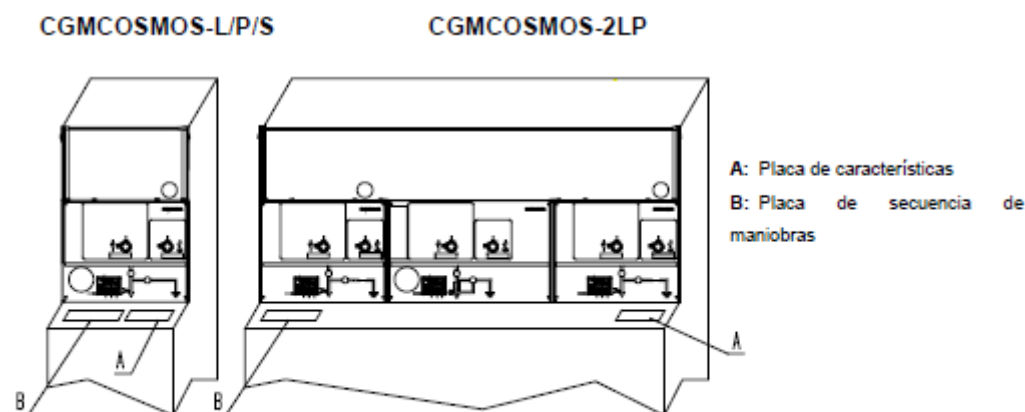


Fig. 6.5

Los puntos de test de las tres fases y de tierra, tienen como objetivo facilitar la realización de la concordancia de fases entre celdas. Para ello, se debe utilizar el comparador de fases específico ekorSPC de Ormazabal¹.

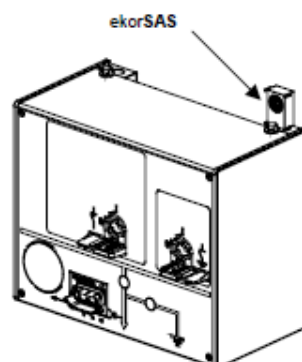
Para realizar un test del indicador de tensión, se conecta dicho indicador a 230 V_{ca}. Para ello se debe desconectar de la celda, y con unas bombas de 4 mm aplicar la tensión entre el punto de test de la fase a comprobar y el punto de test de tierra. No tiene polaridad para la toma de 230 V_{ca} por lo que se puede conectar la fase y el neutro indistintamente. El indicador funciona correctamente si se observa una señal intermitente. Para el correcto test del indicador, esta comprobación se debe realizar en las tres fases.

La sola indicación del indicador de presencia de tensión no es suficiente para asegurar que el sistema está sin tensión. Antes de acceder a los compartimentos de cables se debe confirmar que la línea está conectada a tierra.

Alarma Sonora de Prevención de Puesta a Tierra ekorSAS

El dispositivo de Alarma Sonora de Prevención de Puesta a tierra ekorSAS es una señal acústica de indicación de tensión. Funciona asociada al indicador ekorVPIS y a la palanca de accionamiento del eje de puesta a tierra. La alarma se activa cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. En esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

El funcionamiento de la ekorSAS está asegurado en el mismo rango de funcionamiento que el sistema de detección de tensión ekorVPIS al cual está asociado.



**EL CARTEL DE RIESGO ELÉCTRICO SE COLOCARÁ EN LA PARTE EXTERIOR DE LAS PUERTAS DE
ACCESO AL CENTRO**



Palanca de accionamiento

Además dentro de la envolvente y montado de fábrica irá instalada una luminaria que se alimentará de un circuito auxiliar procedente del cuadro de baja tensión CBTO-K que tiene que suministrar un nivel luminoso de al menos 150 lux para las tareas de maniobra y mantenimiento.



También se podría pedir que en la parte interior de las puertas nos coloquen un esquema unifilar del transformador concreto y un esquema sinóptico de maniobra de las celdas de MT y del cuadro de BT.

Panel de Maniobras y Esquema Sinóptico

Función de Línea

- 1: Accionamiento interruptor-seccionador.
- 2: Accionamiento seccionador de puesta a tierra.
- 3: Indicador estado del interruptor-seccionador.
- 4: Indicador estado seccionador de puesta a tierra.
- 5: Condenación por candado del seccionador de puesta a tierra.
- 6: Condenación por candado del interruptor-seccionador.
- 7: Indicador de presencia de tensión ekorVPIS.
- 8: Mirilla para la visualización del manómetro.

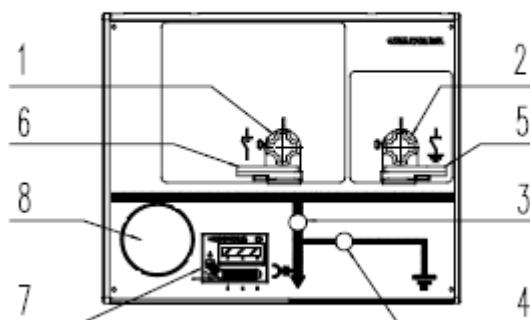


Fig. 6.9

Función de Protección

- 1: Accionamiento cierre interruptor-seccionador.
- 2: Accionamiento seccionador de puesta a tierra.
- 3: Indicador estado del interruptor-seccionador.
- 4: Indicador estado seccionador de puesta a tierra.
- 5: Condenación por candado del seccionador de puesta a tierra.
- 6: Condenación por candado de las maniobras de cierre y carga interruptor.
- 7: Indicador de presencia de tensión ekorVPIS.
- 8: Accionamiento disparo manual, apertura interruptor.
- 9: Indicador estado del fusible:
 - verde (normal)
 - rojo (percutor disparado).
- 10: Mirilla para la visualización manómetro.
- 11: Indicador carga para apertura interruptor.
 - rojo (cargado)
 - verde (sin carga)

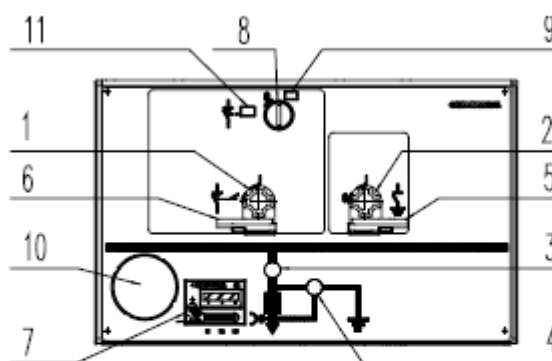


Fig. 6.10

Esquema Eléctrico

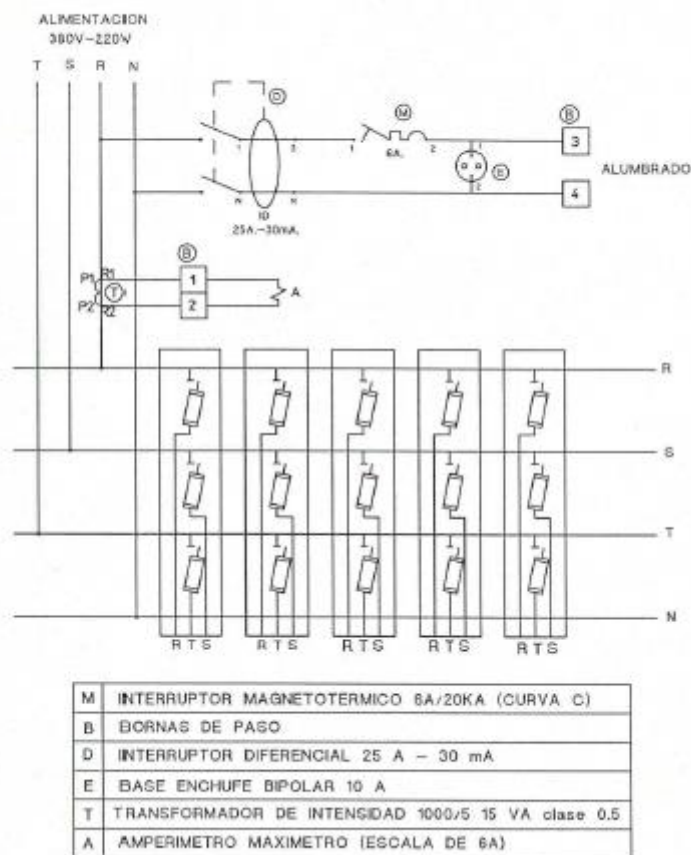
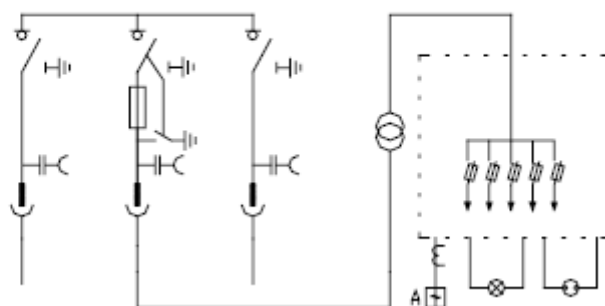


Fig. 8.5

Esquema unifilar:



Las disposiciones generales de seguridad que tiene que cumplir un CT son:

Características de los locales	Normativa contra incendios
<ul style="list-style-type: none"> No puede ubicarse en su interior ninguna instalación ajena a su función. Se dispondrá de un acceso libre e inmediato al centro desde el exterior para el personal de la empresa suministradora, que permita el paso de vehículos para carga y descarga de materiales. El piso (forjado o solera) estará calculado para una sobrecarga de 3 500 kg/m² repartida de manera uniforme. Debajo de cada transformador se construirá un pozo de dimensiones en planta de 140 x 90 cm y profundidad no inferior a 50 cm, para recogida de eventuales pérdidas de líquido refrigerante. Este pozo se conectará a otro de recogida, que en ningún caso debe estar conectado al alcantarillado. El local estará defendido contra la entrada de agua del exterior, sobre-elevándose al menos 30 cm sobre el nivel freático en los locales de superficie o protegiéndose mediante drenajes e impermeabilización en los cerramientos. En cualquier caso, junto a la entrada se dispondrá una arqueta sumidero conectada al saneamiento. El local tendrá un nivel de iluminación mínimo de 150 lux, conseguidos al menos con dos puntos de luz, con interruptor, junto a la entrada, y una base de enchufe. Las dimensiones interiores mínimas de los locales destinados a CT, sin incluir los espacios de acceso, dependerán del tipo de equipo y de la tensión nominal de la línea de distribución en AT que alimente al CT. Los locales para centros interiores y exteriores de superficie tendrán una puerta de acceso que abrirá hacia el exterior, de 2,30 m de altura y 1,40 m de anchura, como mínimo. 	<ul style="list-style-type: none"> Los materiales de revestimiento serán siempre resistentes al fuego. Sus cerramientos tendrán una resistencia al fuego en función del uso del edificio y del grupo de que se trate. En los centros interiores con equipo sencillo y en los exteriores exentos, el local estará protegido contra incendios mediante un extintor de eficacia 21B. Dicho elemento se instalará en el exterior y junto a la puerta de acceso. En los demás casos, el CT deberá protegerse mediante una instalación automática de inundación total, realizada con dióxido de carbono o hidrocarburos halogenados. La reserva de gas para la extinción será como mínimo de: dióxido de carbono (1,5 kg/m³ de local) e hidrocarburos halogenados (5% del volumen total del local).

Además podemos aconsejar las siguientes medidas de seguridad a cumplir:

- **Medidas de seguridad**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- 1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- 2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- 3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- 4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- 5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

REPUESTOS Y ACCESORIOS

Aunque las celdas están previstas para una vida útil según norma IEC 60298, por diferentes motivos algunos elementos se pueden reponer e implementar. A continuación se detalla la lista de dichos elementos:

- Indicadores de presencia de tensión ekorVPIS.
- Mecanismo de maniobra.
- Carros portafusibles.
- Alarma Sonora de Prevención de Puesta a Tierra ekorSAS.
- Manómetro.
- Bobinas.
- Bloque de microinterruptores.
- Tarjeta control microinterruptores.
- Kit motorización.
- Palancas.
- Soporte de cables.
- Tapas y envolveres.

1.9.4.11 Puesta a Tierra del Centro de Transformación miniBLOK

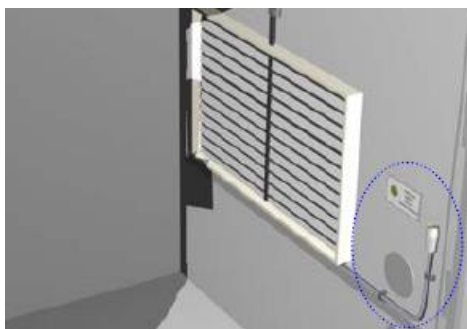
Se distinguen 2 tipos de redes de puesta a tierra en los CTs miniBLOK:

- 1) Red de Puesta a Tierra de Protección que a su vez se divide en:
 - a) Red de Puesta a Tierra de Protección Interior
 - b) Red de Puesta a Tierra de Protección Exterior
- 2) Red de Puesta a Tierra de Servicio.

A continuación describiremos cada una de ellas y su utilidad.

Red de Puesta a Tierra de Protección Interior

Consiste en conectar todas las partes metálicas (envolveres de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior) no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación a una línea de tierra de protección interior que es un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección y que recorre en el interior y perimetralmente el edificio del centro de transformación. Esta línea de protección interior se conectará a la **caja de seccionamiento de protección que enlazará la red de puesta a tierra de protección interior con la red de puesta a tierra de protección exterior**. Dicha caja estará ubicada en el lado interior izquierdo de la pared frontal de la envolvente. **PLANO 50.**



Red de Puesta a Tierra de Protección Exterior

Consiste en un electrodo horizontal rectangular de dimensiones 3x3 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección e instalado a una profundidad de 0,5 m en cuyas esquinas se conectarán picas de acero galvanizado de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud. Dicho electrodo (red de tierras de protección exterior) se conectará mediante un conductor de cobre desnudo de 50 mm² y a través de un orificio situado en la parte inferior del edificio miniBLOK a la caja de seccionamiento de protección antes mencionada para estar así interconectadas ambas tierras de protección y así poder evacuar a tierra una intensidad de defecto a masa (en caso de producirse un contacto accidental de las partes en tensión a masas metálicas, éstas al estar unidas a la red de tierra de protección interior, podrán evacuar la corriente de defecto a tierra que pasará por la caja de seccionamiento de protección y la red de protección exterior antes de derivarse a tierra. Para estas situaciones deberá actuar el relé de protección ekorRPT que tendrá captadores toroidales y podrá dar orden de disparo en caso de detectar un desequilibrio de fases. En caso de producirse el defecto a masa aguas arriba de la celda de protección del transformador (que es donde tenemos instalado el relé ekorRPT) tienen que actuar las protecciones de la subestación que alimentan nuestro polígono residencial al detectar una corriente homopolar en la red. El detalle de la red de protección exterior del CT miniBLOK se puede ver en el **PLANO 50**.

Red de Puesta a Tierra de Servicio

Sirve para conectar el neutro del transformador a tierra. En concreto lo que se conectará a tierra es la pletina del neutro del embarrado del cuadro de baja tensión. Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra de protección, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado para la red de tierra de servicio. La línea de tierra de servicio unirá el embarrado de neutro (pletina del neutro del embarrado del CBTO-K) con la caja de seccionamiento de tierra de servicio dispuesta en la cara interior derecha de la envolvente del CT, mirando desde la zona de acceso al equipo eléctrico. Esta conexión se realizará por medio del cable de cobre aislado 0,6/1 KV de sección 50 mm².

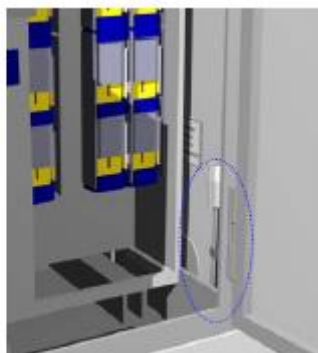


Figura 1.4: Detalle de conexión de neutro

Desde dicha caja de seccionamiento de tierra de servicio saldrá un conductor de cobre aislado 0,6/1 KV y 50 mm² de sección (interconectado en la misma con el cable que viene de la pletina del neutro del embarrado) y atravesará la pared del edificio por un orificio situado en la parte inferior del mismo y diseñado especialmente para conectar al electrodo de servicio exterior el neutro del embarrado (neutro del transformador). En el exterior, el mismo cable de cobre de 50 mm² de sección procedente de la caja de seccionamiento de tierra de servicio además de ser aislado 0,6/1 KV estará protegido bajo tubo de PVC (tendido bajo tubo) de 160 mm de diámetro. Dicho cable se conectará al electrodo de tierra de servicio que consiste en 2 picas de acero galvanizado de 14 mm de diámetro y longitud 2 metros y enterradas a 0,5 metros de profundidad separadas 3 metros y unidas con un conductor de cobre desnudo de 50 mm².

PLANO 50.

El fabricante ORMAZABAL define las características de conexión a tierra del centro miniBLOK de la siguiente forma:

CONEXIÓN DE TIERRAS

La línea de tierra de protección, o de herrajes, del MB se realiza mediante un cable de cobre desnudo de 3 m de longitud y 50 mm² de sección. Esta línea de puesta a tierra de protección se conecta con la caja de seccionamiento de la tierra de protección dispuesta en el Centro de Transformación.

Tras la tapa inferior del CBT se encuentra un colector de puesta a tierra donde confluyen las puestas a tierra de la celda de MT en dos puntos, transformador, envolvente metálica del CBT y plataforma mediante cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

La armadura metálica del cuerpo de la envolvente se conecta directamente a la caja de seccionamiento de protección.

El proyecto del Centro de Transformación debe incluir el apartado correspondiente a ejecución de la instalación de puesta a tierra (consultar proyecto tipo de la Compañía Eléctrica), así como la justificación de su dimensionado. En el apartado de Instalaciones de Puesta a Tierra del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (MIE-RAT 13), se establecen los requisitos que deben reunir este tipo de instalaciones.

La instalación de la puesta a tierra de servicio se debe conectar a la pletina de neutro del CBT.

MUY IMPORTANTE

LA PLETINA DE NEUTRO DEL CBT NO ESTÁ UNIDA A LA PLETINA DE CONEXIÓN DE LAS TIERRAS DE PROTECCIÓN (HERRAJES).

La sección de las trenzas de cobre, la superficie de contacto de los terminales y los pares de apriete serán los apropiados para un paso de intensidad de defecto delimitada por las protecciones de la Red. Se recomienda el empleo de una red de tierras de protección de 50 mm² de sección mínima de cobre desnudo.

Es preferible ejecutar simultáneamente las tierras exteriores. A este efecto se recomienda la consulta del proyecto tipo de instalación de Centros de Transformación Compactos disponible en la Compañía Eléctrica que da el servicio y es responsable de mantener la seguridad en la instalación de puesta a tierra de la obra.

En los casos en los que no sea viable mantener los valores de las tensiones de paso y contacto dentro de los límites fijados en la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13 del Reglamento de Centros de Transformación (R.D. 3275/1982 y actualizaciones), el propietario de la instalación deberá tomar al menos una de las medidas adicionales de seguridad previstas en dicha instrucción, a fin de reducir los riesgos a las personas y a los bienes.

El par de apriete para las uniones eléctricas de la red de tierras se fija en la siguiente tabla.

METRICA	PAR DE APRIETE [Nm]	
	Acero 8.8	Inoxidable A2
M-10		32
M-12		56

CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE TIERRAS

miniBLOK está provisto de 2 circuitos de tierras internos para facilitar la conexión de los diferentes elementos a la ejecución de la red de puesta a tierra exterior.

Tierra de Protección (Herrajes)

La línea de tierra de protección (herrajes) recoge la puesta a tierra de los diferentes elementos que componen el equipo eléctrico MB (celdas de MT, transformador de distribución y CBT) y su bastidor portante, así como la armadura de la envolvente de hormigón.

La armadura metálica del cuerpo y la cubierta de la envolvente se conectan directamente en la pletina de cobre accesible que el MB dispone en el lateral derecho de la celda de MT.

Esta línea de tierra de protección (herrajes) se conecta a la red de puesta a tierra exterior de miniBLOK, mediante un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Tierra de Servicio (Neutro)

La línea de tierra de servicio (neutro) une el embarrado de neutro del transformador de distribución con su punto de conexión dispuesto en la cara interior derecha de la envolvente de miniBLOK, mirando desde la zona de acceso al equipo eléctrico. Se recomienda realizar esta conexión por medio de cable de cobre aislado.

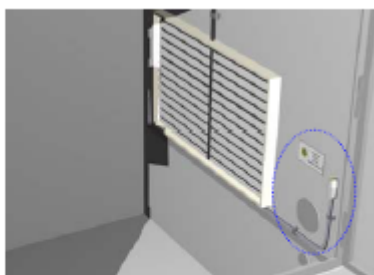


Figura 3.3: Punto de Conexión de Neutro

⚠ ATENCIÓN:

La pletina de neutro del CBT no está unida a la pletina de conexión de las tierras de protección (herrajes).

Tierras Exteriores

El proyecto de la instalación debe incluir el apartado correspondiente a la ejecución de la instalación de puesta a tierra (consultar proyecto tipo de la Compañía Eléctrica), así como la justificación de su dimensionado. En el apartado de Instalaciones de Puesta a Tierra del RAT (MIE-RAT 13) se establecen los requisitos que deben reunir este tipo de instalaciones.

Para la ejecución del electrodo de puesta a tierra a protección (herrajes) se recomienda seguir las siguientes instrucciones:

Establecer una superficie aislante de pasillo de maniobra de 1 m. en la zona de celdas de MT, de forma que aporte una elevada resistividad superficial.

Cada proyecto debe contemplar el estudio del esquema de tierras más adecuado.

Se recomienda ejecutar simultáneamente las tierras exteriores. A este efecto se recomienda la consulta del proyecto tipo de instalación de Centros de Transformación disponible en la Compañía Eléctrica que da el servicio y es responsable de mantener la seguridad en la instalación de puesta a tierra de la obra.

La sección de las trenzas de cobre, la superficie de contacto de los terminales, los pares de apriete deben ser los apropiados para un paso de intensidad de defecto delimitada por las protecciones de la red. Se recomienda el empleo de una red exterior de tierras de protección de 50 mm² de sección mínima de cobre desnudo.

En los casos en los que no sea viable mantener los valores de las tensiones de paso y contacto dentro de los límites fijados en la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13 del Reglamento de Centros de Transformación (R.D. 3275/1982 y actualizaciones), el propietario de la instalación debe tomar al menos una de las medidas adicionales de seguridad previstas en dicha instrucción, a fin de reducir los riesgos a las personas y a los bienes.

El par de apriete recomendado para las uniones eléctricas de la red de tierras se fija según la siguiente tabla:

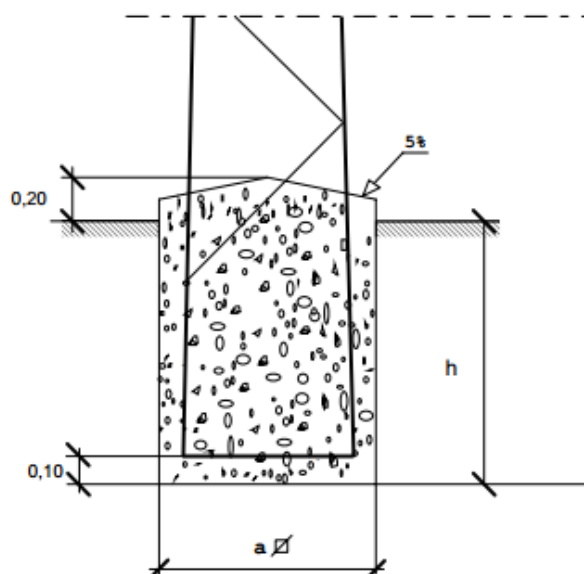
Métrica	Par de Apriete [Nm]	
	Acero 8.8	Inoxidable A2
M8	21	
M10	38	
M12	60	

1.9.5 Entronque Aéreo-Subterráneo

1.9.5.1 Excavación y Cimentación

Antes de Instalar el Entronque A/S primero deberíamos excavar un foso para su ubicación. Posteriormente introduciremos al entronque dentro del foso mediante medios mecánicos de izado y se hará su cimentación con hormigón H-200 o superior con los siguientes parámetros considerando una compresibilidad del terreno de $K = 8 \text{ kg/cm}^3$. **PLANO 52.**

Apoyos de perfiles metálicos, según norma NI 52.10.01



Las tablas con los parámetros de cimentación de los apoyos de celosía las encontramos en la normativa particular de Iberdrola NI 2.23.30 y en la NI 52.10.01.

Tabla 1.3
Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos
según norma NI 52.10.01

APOYO	CIMENTACIÓN				APOYO	CIMENTACIÓN			
Designación Iberdrola	a ∅ m	h m	Vol. excav. m ³	Vol. horm. m ³	Designación Iberdrola	a ∅ m	h m	Vol. excav. m ³	Vol. horm. m ³
C500- 10E	0,95	1,65	1,49	1,66	C4500- 12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C500- 12E	0,99	1,77	1,74	1,92	C4500- 14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C500- 14E	1,07	1,85	2,12	2,33	C4500- 16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C500- 16E	1,14	1,93	2,51	2,74	C4500- 18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C500- 18E	1,22	2,00	2,98	3,25	C4500- 20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14	C4500- 22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58	C7000- 12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01	C7000- 14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55	C7000- 16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07	C7000- 18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76	C7000- 20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C2000- 12E	1,00	2,30	2,30	2,44	C7000- 22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C2000- 14E	1,08	2,37	2,76	2,93	C7000- 24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C2000- 16E	1,15	2,43	3,22	3,41	C7000- 26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C2000- 18E	1,24	2,48	3,82	4,04	C9000- 12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C2000- 20E	1,31	2,54	4,36	4,61	C9000- 14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C2000- 22E	1,39	2,59	5,01	5,30	C9000- 16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C3000- 12E	1,00	2,51	2,51	2,66	C9000- 18E	1,88	3,11	10,99	11,53
C3000- 14E	1,09	2,58	3,06	3,23	C9000- 20E	2,04	3,14	13,07	13,71
C3000- 16E	1,16	2,64	3,56	3,75	C9000- 22E	2,22	3,16	15,56	16,32
C3000- 18E	1,25	2,69	4,21	4,44	C9000- 24E	2,38	3,18	18,04	18,92
C3000- 20E	1,32	2,75	4,79	5,05	C9000- 26E	2,56	3,20	20,97	22,00
C3000- 22E	1,41	2,79	5,55	5,85					

1.9.5.2 Puesta a Tierra y Losa de Hormigón

Antes de verter el hormigón al foso para cimentar el apoyo primero atornillaremos el terminal de puesta a tierra a la estructura metálica del apoyo. A dicho terminal conectaremos un conductor de cobre desnudo de 50 mm² al cual protegeremos con un tubo de plástico o PVC de 30 mm de diámetro y lo dejaremos al aire para poder conectarlo, después del sellado del foso con hormigón, al electrodo de puesta a tierra de protección. Una vez cimentado el apoyo con hormigón excavaremos una zanja en forma de anillo rectangular de dimensiones 3x3 metros y 0,5 metros de profundidad y unas 30 cm de anchura alrededor del apoyo cimentado para construir en la misma zanja el electrodo de puesta a tierra de protección que consistirá en un anillo rectangular de 3x3 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm² y en cuyas 4 esquinas clavaremos una pica de acero galvanizado de 14 mm de diámetro y 1,5 metros de longitud y la conectaremos eléctricamente mediante soldadura o terminal conector al anillo rectangular de cobre desnudo de 50 mm² dispuesto en la zanja (electrodo horizontal). Posteriormente se conectará el conductor (terminal) que hemos dejado al aire proveniente de la estructura metálica del apoyo al electrodo de puesta a tierra de protección mediante soldadura o conexión atornillada. De esta manera la estructura metálica del apoyo se quedará puesta a tierra (unida a la red de tierras de protección). Además conectaremos otro terminal con conductor de cobre desnudo de 50 mm² al electrodo de puesta a tierra de protección y lo subiremos a la superficie para poder conectarse posteriormente a la armadura (mallazo) de la

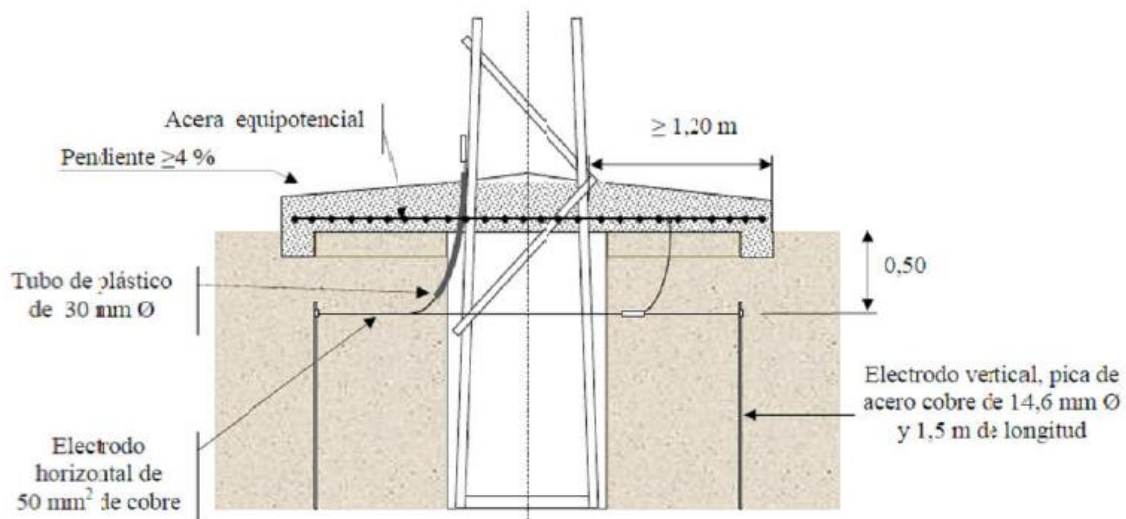
losa de hormigón. Después rellenaremos la zanja con las tierras compactadas de la propia excavación.

A continuación construiremos un mallazo electrosoldado de redondos de acero de 4 mm de diámetro y formando una retícula de 30x30 cm alrededor del apoyo de dimensiones perimetrales 3x3 metros. A dicho mallazo se conectará el terminal de conductor de cobre desnudo de 50 mm² que llevamos antes a superficie y que proviene de la conexión con el electrodo de puesta a tierra de protección. Una vez construido el mallazo de dimensiones antes citadas procederemos a sellarlo con una losa de hormigón (acera equipotencial) de dimensiones 3,2 x 3,2 metros y de altura 20 cm de tal forma que el mallazo quede dentro de la losa. **PLANO 51.**

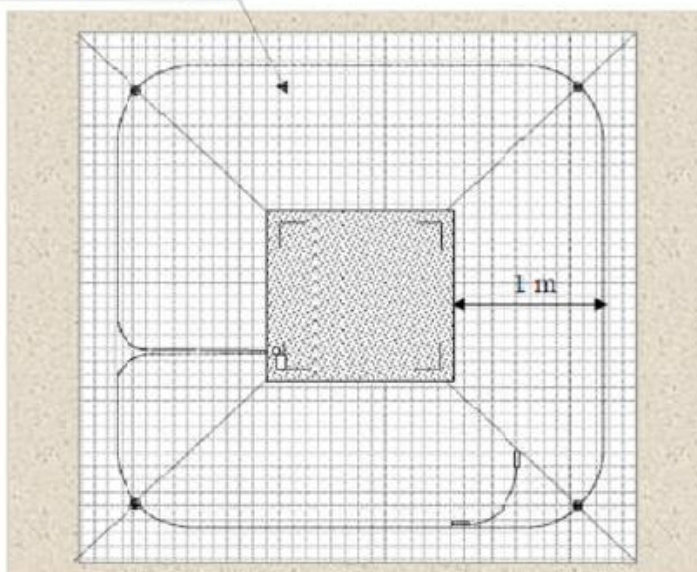
Los detalles de conexión del circuito de tierra se ve en la siguiente imagen:

PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA

Zona frecuentada (N) de pública concurrencia (PC) y apoyos de maniobra (AM)



Mallazo de 30 x 30 cm como máximo, formado por redondo de 4 mm como mínimo



1.9.5.3 Apoyo de Celosía C1000-14E

Se instalará para el entronque A/S un apoyo de celosía C1000-14E cuyas características se ven en las siguientes tablas:

Tabla 1
Apoyos normalizados

Apoyos para instalación empotrada				Apoyos para instalación con placa base y pernos			
Designación	Esfuerzo nominal daN	Altura m	Código	Designación	Esfuerzo nominal daN	Altura m	Código
C500-10E	500	10	5211002	C500-10P	500	10	5211202
C500-12E	500	12	5211003	C500-12P	500	12	5211203
C500-14E	500	14	5211004	C500-14P	500	14	5211204
C500-16E	500	16	5211005	C500-16P	500	16	5211205
C500-18E	500	18	5211006	C500-18P	500	18	5211206
C1000-12E	1000	12	5211010	C1000-12P	1000	12	5211210
C1000-14E	1000	14	5211011	C1000-14P	1000	14	5211211
C1000-16E	1000	16	5211012	C1000-16P	1000	16	5211212
C1000-18E	1000	18	5211013	C1000-18P	1000	18	5211213
C1000-20E	1000	20	5211014	C1000-20P	1000	20	5211214
C1000-22E	1000	22	5211015	C1000-22P	1000	22	5211215
C2000-12E	2000	12	5211022	C2000-12P	2000	12	5211219
C2000-14E	2000	14	5211023	C2000-14P	2000	14	5211220
C2000-16E	2000	16	5211024	C2000-16P	2000	16	5211221
C2000-18E	2000	18	5211025	C2000-18P	2000	18	5211222
C2000-20E	2000	20	5211026	C2000-20P	2000	20	5211223
C2000-22E	2000	22	5211027	C2000-22P	2000	22	5211224
C3000-12E	3000	12	5211031	C3000-12P	3000	12	5211228
C3000-14E	3000	14	5211032	C3000-14P	3000	14	5211229
C3000-16E	3000	16	5211033	C3000-16P	3000	16	5211230
C3000-18E	3000	18	5211034	C3000-18P	3000	18	5211231
C3000-20E	3000	20	5211035	C3000-20P	3000	20	5211232
C3000-22E	3000	22	5211036	C3000-22P	3000	22	5211233
C4500-12E	4500	12	5211041	C4500-12P	4500	12	5211237
C4500-14E	4500	14	5211042	C4500-14P	4500	14	5211238
C4500-16E	4500	16	5211043	C4500-16P	4500	16	5211239
C4500-18E	4500	18	5211044	C4500-18P	4500	18	5211240
C4500-20E	4500	20	5211045	C4500-20P	4500	20	5211241
C4500-22E	4500	22	5211046	C4500-22P	4500	22	5211242
C7000-12E	7000	12	5211050	C7000-12P	7000	12	5211246
C7000-14E	7000	14	5211051	C7000-14P	7000	14	5211247
C7000-16E	7000	16	5211052	C7000-16P	7000	16	5211248
C7000-18E	7000	18	5211053	C7000-18P	7000	18	5211249
C7000-20E	7000	20	5211054	C7000-20P	7000	20	5211250
C7000-22E	7000	22	5211055	C7000-22P	7000	22	5211251
C7000-24E	7000	24	5211056	C7000-24P	7000	24	5211252
C7000-26E	7000	26	5211057	C7000-26P	7000	26	5211253
C9000-12E	9000	12	5211061	C9000-12P	9000	12	5211257
C9000-14E	9000	14	5211062	C9000-14P	9000	14	5211258
C9000-16E	9000	16	5211063	C9000-16P	9000	16	5211259
C9000-18E	9000	18	5211064	C9000-18P	9000	18	5211260
C9000-20E	9000	20	5211065	C9000-20P	9000	20	5211261
C9000-22E	9000	22	5211066	C9000-22P	9000	22	5211262
C9000-24E	9000	24	5211067	C9000-24P	9000	24	5211263
C9000-26E	9000	26	5211068	C9000-26P	9000	26	5211264

Significado de las siglas, que componen la designación:

- C: apoyo de celosía
- 500/.../9000: esfuerzo nominal del apoyo en daN
- 10/.../26: altura del apoyo en m
- E/P: forma de instalar el apoyo, empotrado/con placa base y pernos

Ejemplo de denominación

Apoyo de celosía C1000-12E NI 52.10.01.

Tabla 2
Esfuerzos nominales, cargas de trabajo y de ensayo

Esfuerzo nominal daN	Carga de trabajo mas sobrecarga daN			Cota m	Coeficiente de seguridad	Carga de ensayo daN		
	V ⁴⁾	S o F	T			V ¹⁾	S o F ²⁾	T ³⁾
500	600 600	500	500	1,5	1,5 1,2	900 720	750+W	600
1.000	600 600	1000	700	1,5	1,5 1,2	900 720	1500+W	840
2.000	600 600	2000	1400	1,5	1,5 1,2	900 720	3000+W	1680
3.000	800 800	3000	1400	1,5	1,5 1,2	1200 960	4500+W	1680
4.500	800 800	4500	1400	1,5	1,5 1,2	1200 960	6750+W	1680
7.000	1200 1200	7000	2500	1,5	1,5 1,2	1800 1440	10 500+W	3000
9.000	1200 1200	9000	2500	1,5	1,5 1,2	1800 1440	13 500+W	3000

1) La carga vertical V se aplica en el centro del apoyo, en el extremo superior de la cabeza
2) Las cargas S o F se aplican horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza.
A la carga de ensayo S o F, se le debe añadir, aplicado en varios tramos del apoyo, la carga W resultante de la presión del viento sobre el apoyo, calculado conforme a la legislación vigente para una velocidad de viento de 120 km/h multiplicado por el coeficiente de seguridad.
3) La carga T se aplica horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza y a una distancia "d" del eje del apoyo
4) La carga V se aplica simultáneamente con la carga de trabajo S o F o con la de torsión T.

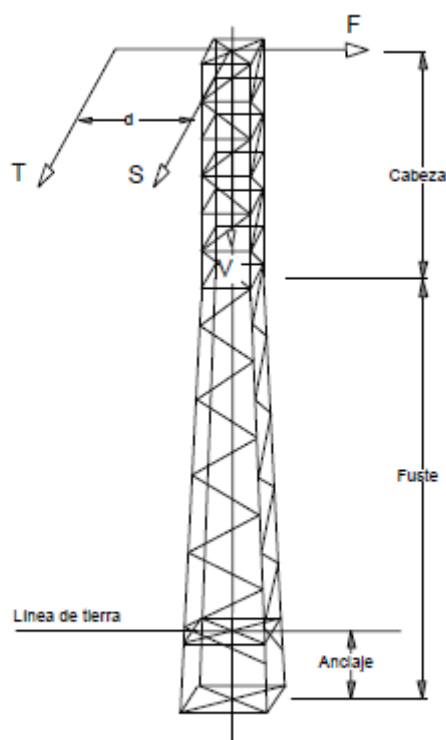


Fig.1: Aplicación de esfuerzos

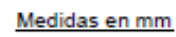


Fig. 2: Cabeza de apoyos

Tabla 6
Masa y superficie de apoyos

Designación	Masa aproximada kg	Superficie aproximada m ²	Designación	Masa aproximada kg	Superficie aproximada m ²
C500-10E	250	18	C500-10P	290	21
C500-12E	310	22	C500-12P	350	27
C500-14E	380	26	C500-14P	415	33
C500-16E	430	32	C500-16P	470	38
C500-18E	500	37	C500-18P	540	42
C1000-12E	350	24	C1000-12P	387	29
C1000-14E	435	28	C1000-14P	474	35
C1000-16E	515	34	C1000-16P	556	39
C1000-18E	605	38	C1000-18P	648	43
C1000-20E	675	42	C1000-20P	720	49
C1000-22E	775	48	C1000-22P	822	55
C2000-12E	495	28	C2000-12P	549	34
C2000-14E	615	33	C2000-14P	671	40
C2000-16E	700	39	C2000-16P	758	45
C2000-18E	835	44	C2000-18P	895	50
C2000-20E	930	49	C2000-20P	992	57
C2000-22E	1.070	56	C2000-22P	1134	65
C3000-12E	575	31	C3000-12P	646	37
C3000-14E	720	36	C3000-14P	793	44
C3000-16E	825	43	C3000-16P	900	55
C3000-18E	985	54	C3000-18P	1062	60
C3000-20E	1.100	54	C3000-20P	1179	65
C3000-22E	1.275	62	C3000-22P	1356	70
C4500-12E	715	35	C4500-12P	803	42
C4500-14E	915	41	C4500-14P	1005	50
C4500-16E	1.055	49	C4500-16P	1147	55
C4500-18E	1.300	54	C4500-18P	1394	62
C4500-20E	1.465	60	C4500-20P	1561	70
C4500-22E	1.725	68	C4500-22P	1823	77
C7000-12E	1.215	63	C7000-12P	1320	73
C7000-14E	1.375	72	C7000-14P	1482	77
C7000-16E	1.595	76	C7000-16P	1704	87
C7000-18E	1.810	86	C7000-18P	1921	95
C7000-20E	2.120	94	C7000-20P	2233	103
C7000-22E	2.305	102	C7000-22P	2420	114
C7000-24E	2.655	113	C7000-24P	2772	125
C7000-26E	2.810	122	C7000-26P	2929	135
C9000-12E	1.480	62	C9000-12P	1606	73
C9000-14E	1.690	72	C9000-14P	1818	77
C9000-16E	1.965	76	C9000-16P	2095	88
C9000-18E	2.165	87	C9000-18P	2297	97
C9000-20E	2.535	96	C9000-20P	2669	106
C9000-22E	2.760	105	C9000-22P	2896	117
C9000-24E	3.165	116	C9000-24P	3303	127
C9000-26E	3.365	126	C9000-26P	3505	138

Dichos Apoyos están regulados por la norma particular de Iberdrola **NI 52.10.01**.

1.9.5.4 Cruceta Recta RC1-15S

Encima del apoyo C1000-14E instalaremos una cruceta recta RC1-15S que irá atornillada al apoyo. Las características de dicha cruceta se ven en las siguientes tablas:

Crucetas y semicrucetas para apoyos de perfiles metálicos de celosía

Los elementos normalizados son los que se indican en la tabla 1.

Tabla 1. Crucetas y semicrucetas rectas normalizadas para apoyos de perfiles metálicos de celosía

Designación	Esfuerzo vertical admisible daN	Separación entre fases contiguas, o al eje del apoyo. Cota "a" mm	Masa Kg	N° de plano	Código
RC1-10-S	450	1.000	32,21	982.481	5231201
RC1-12,5-S	450	1.250	45,47	982.484	5231203
RC1-15-S	450	1.500	59,41	982.482	5231212
RC1-17,5-S	450	1.750	76,76	982.485	5231213
RC1-20-S	450	2.000	96,31	982.483	5231214
RC2-10-S	650	1.000	36,58	982.486	5231216
RC2-12,5-S	650	1.250	59,49	982.489	5231218
RC2-15-S	650	1.500	82,79	982.487	5231220
RC2-17,5-S	650	1.750	104,55	982.490	5231222
RC2-20-S	650	2.000	125,24	982.488	5231224
SC1-10-S	450	1.000	15,86	982.491	5231245
SC1-12,5-S	450	1.250	22,69	982.494	5231246
SC1-15-S	450	1.500	26,66	982.492	5231247
SC1-17,5-S	450	1.750	38,49	982.495	5231248
SC1-20-S	450	2.000	48,06	982.493	5231249
SC2-10-S	650	1.000	18,15	982.496	5231250
SC2-12,5-S	650	1.250	29,75	982.499	5231251
SC2-15-S	650	1.500	41,30	982.497	5231252
SC2-17,5-S	650	1.750	52,08	982.500	5231253
SC2-20-S	650	2.000	62,37	982.498	5231254
PCCA	=	=	5,48	de 982.481 a 982.500	5231906
PCCS	=	=	4,21	de 982.481 a 982.500	5231907
RC2-15-T	450	1.500	89	961.016 961.025	5231205
RC2-20-T	450	2.000	124	961.017 961.026	5231207
RC3-15-T	800	1.500	97	961.018 961.028	5231209
RC3-20-T	800	2.000	129	961.019 961.029	5231211
SC2-15-T	450	1.500	41	961.020 961.030	5231235
SC2-20-T	450	2.000	60	961.021 961.031	5231236
SC3-15-T	800	1.500	47	961.022 961.032	5231238
SC3-20-T	800	2.000	63	961.023 961.033	5231239

Significado de las siglas que componen la designación:

RC: cruceta de tipo recta para apoyos de celosía

SC: semicruceta de tipo recta para apoyos de celosía

1, 2 ó 3: distingue la carga vertical que debe soportar la cruceta o semicruceta: 450 daN (1) y 650 daN (2) para el tipo de cruceta o semicruceta "S" ó 650 (2) daN y 800 (3) daN para el tipo de cruceta o semicruceta "T".

10/././20: corresponde a la longitud de la cota "a" expresada en dm

S: Indicativo de ser una cruceta o semicruceta sin tirante.

T: Indicativo de ser una cruceta o semicruceta con tirante.

PCCA: Elemento (unidad) perfil de cierre para cadenas de amarre.

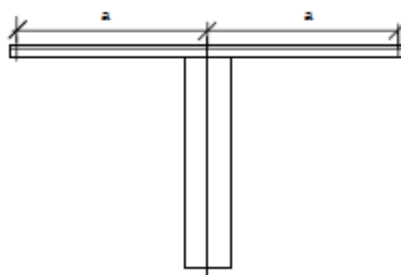
PCCS: Elemento (unidad) perfil de cierre para cadenas de suspensión.

Ejemplos denominación:

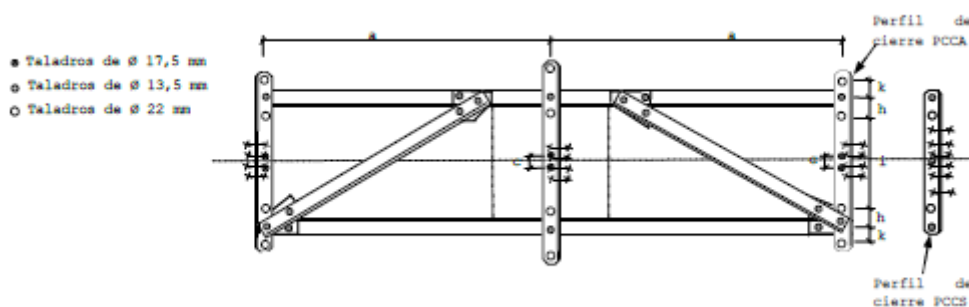
Cruceta recta RC2-20-T, NI 52.31.02.

Semicruceta recta SC3-15-T, NI 52.31.02.

Elemento perfil de cierre para cadenas de suspensión PCCS, NI 52.31.02.



Cruceta RC-S simple arriostramiento



Casos de carga

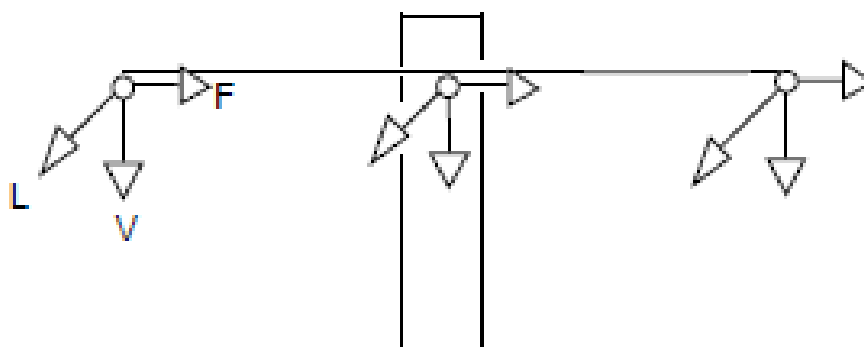
En las tablas correspondientes se indican los casos de carga, que deben soportar las crucetas y semicrucetas, en función de las magnitudes y direcciones de las cargas de trabajo más las sobrecargas (véase figura 7).

El caso de carga A representa la carga transversal, F , que actúa en la dirección principal, carga de viento.

El caso de carga B representa la carga longitudinal, L , que actúa en la dirección secundaria y es debida a la rotura de un conductor, desequilibrio o carga de hielo, según sea el caso.

Las cargas verticales, V , son debidas al peso de los conductores y de las cadenas de aisladores, más la sobrecarga del hielo, según la zona.

En los casos de carga A y B, las cargas especificadas se aplicarán en ambos extremos de la cruceta o en el extremo de la semicruceta.



V = Carga vertical

L = Carga en el sentido de la línea

F = Carga transversal al sentido de la línea

Fig.7.- Aplicación de cargas

Sobre apoyos de perfiles metálicos

En la tabla 6 se indica los casos de carga A y B que deben soportar las crucetas y semicrucetas para apoyos de perfiles metálicos según NI 52.10.01.

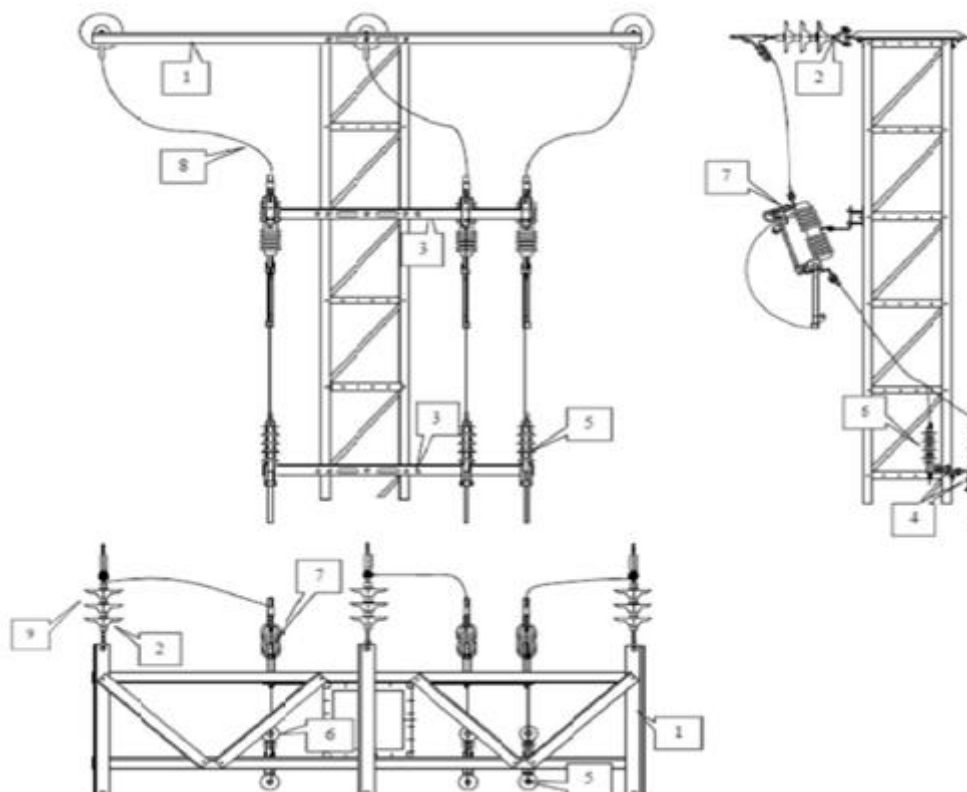
Tabla 6
Crucetas y semicrucetas para apoyos de perfiles metálicos

Crucetas	Semicrucetas	Casos de carga	Cargas de trabajo más sobrecarga daN			Coeficiente de seguridad	Carga límite especificada			Duración S
			V	L	F		V	L	F	
RC1-S	SC1-S	A	450	=	1500	1,5	675	=	2250	60
		B	450	1500	=		675	2250	=	
RC2-S	SC2-S	A	650	=	1500	1,5	975	=	2250	60
		B	650	1500	=		975	2250	--	
RC2-T	SC2-T	A	450	=	2000	1,5	675	=	3000	60
		B	450	2000	=		675	3000	=	
RC3-T	SC3-T	A	800	=	2000	1,5	1200	=	3000	60
		B	800	2000	=		1200	3000	=	

Dichas crucetas están reguladas por la normativa particular de Iberdrola **NI 52.31.02**.

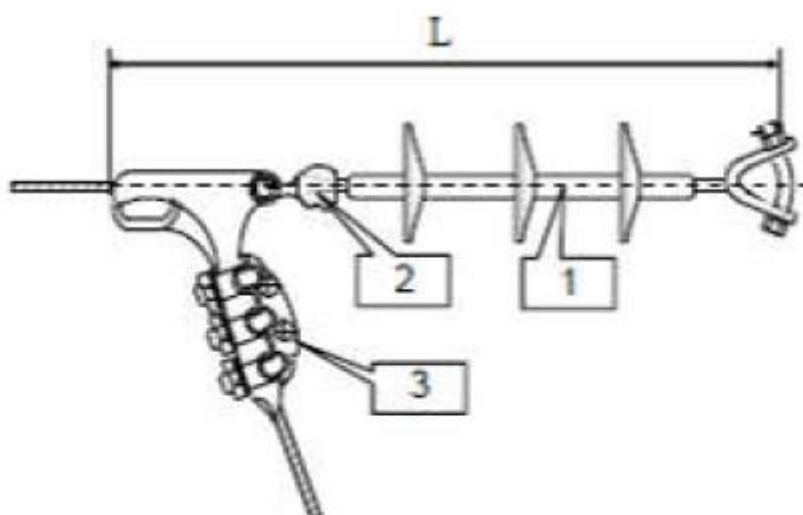
1.9.5.5 Aparamenta Eléctrica Instalada en el Entronque A/S

Toda la aparamenta eléctrica instalada en el entronque A/S debe cumplir normativa particular de Iberdrola cuya numeración es la siguiente:



Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Norma
1	1	Cruceta recta	RC	NI 52.30.22
2	3	Cadena de amarre	CA	NI 48.10.01
3	2	Angular L-70.7-2040	L-70.7-2040	NI 52.30.24
4	3	Chapa CH-8-150	CH-8-150	NI 52.30.24
5	3	Terminación cable subterráneo	TES/24	NI 56.80.02
6	3	Pararrayos	POM-P	NI 75.30.02
7	3	Cortacircuitos fusibles de expulsión	CFE 24	NI 75.06.11
8	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		
9	1	Aislador Compuesto	U70YB20	NI 48.08.01

Todos los componentes de la aparamenta eléctrica citada en la tabla anterior (Aislador Compuesto, Cadena de Amarre, Terminación Cable Subterráneo, Pararrayos Autovalvulares, Cortacircuitos Fusibles de Expulsión XS y Puentes de MT LA-56) han sido descritos en el apartado de “Red de Media Tensión”.



<u>NIVEL DE POLUCIÓN MEDIO (II)</u>	
Amarre	
Marca	Denominación
1	Aislador compuesto U70 YB 20
2	Alojamiento de rótula R16/17P
3	Grapa de amarre GA-1
L = 575 mm	

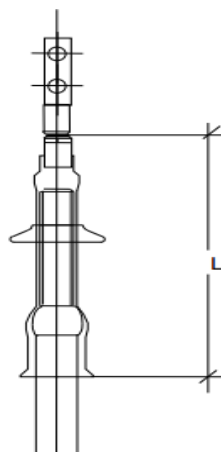


Fig. 1: Terminación de exterior

Tabla 5
Dimensiones de las terminaciones

Tensión asignada $U_o/U(U_m)$ (kV)	Terminaciones de exterior	Terminaciones de interior
	Longitud máxima de la terminación L en (mm) ± 5	
12/20 (24)	575	315
18/30 (36)	650	340

Terminal ELASTICFIT TMF-E (Denominación Internacional: ELTO)

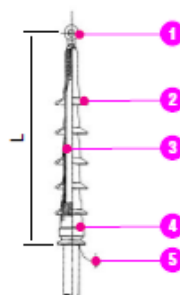
DESCRIPCIÓN

TERMINAL MODULAR PREMOLDEADO FLEXIBLE DE EXTERIOR, (hasta 18/30 kV)

Ref. norma: HD-628 ; HD-629.
Correspondencia con la norma: IEC 60502-4
Nivel máximo de tensión: 36 kV.

COMPONENTES

- 1 - **CONTACTO METÁLICO:**
Contacto metálico de Cu o Al-Cu.
- 2 - **ALETAS AISLANTES:**
Aletas modulares deslizantes fabricadas en elastómero anti-tracking.
- 3 - **REPARTIDOR LINEAL DE TENSIÓN:**
Moldeado elastico, distribuye las líneas de campo eléctrico.
- 4 - **PROTECTOR TOMA TIERRA:**
Protector de goma elastomérica que impide la penetración de agua y protege la toma de tierra.
- 5 - **TOMA DE TIERRA:**
Utilizando los propios hilos de la pantalla del cable.



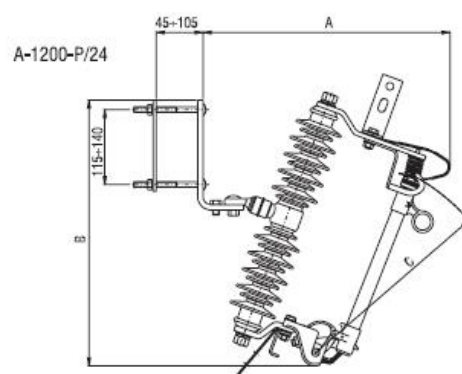
CARACTERÍSTICAS

- PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO.
- Posiciones: vertical, angular o invertida.
- No precisan herramientas especiales, calentamiento ni rellenos.
- Se pueden poner en servicio inmediatamente.
- Piezas modulares introducidas sobre el cable con la ayuda de un lubricante especial.

Pararrayos INZP
Arresters INZP
Parafoudre INZP



Cortacircuitos Fusibles de Expulsión XS



2. CÁLCULOS

JUSTIFICATIVOS

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1 Cálculo de Red Subterránea de Baja Tensión

2.1.1 Previsión de Potencia

La potencia prevista para este proyecto viene repartida en parcelas indicadas en el cuadro siguiente:

PREVISIÓN DE CARGAS				
PARCELA	NUM CGPs	NUM VIVIENDAS	ELECTRIFICACIÓN	VIVIENDA TIPO
1	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIAR
2	17	34	ELEVADA	UNIFAMILIAR
3	6	12	ELEVADA	UNIFAMILIAR
4	14	140	BASICA	COLECTIVA
5	14	140	BASICA	COLECTIVA
6	11	21	ELEVADA	UNIFAMILIAR
7	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIAR
8	8	88	BASICA	COLECTIVA
9	12	132	BASICA	COLECTIVA
10	14	27	ELEVADA	UNIFAMILIAR
11	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIAR
12	9	18	ELEVADA	UNIFAMILIAR
13	17	33	ELEVADA	UNIFAMILIAR
14	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIAR
15	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIAR
16	7	14	ELEVADA	UNIFAMILIAR
17	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIAR
18	7	13	ELEVADA	UNIFAMILIAR
19	15	150	BASICA	COLECTIVA
20	10	100	BASICA	COLECTIVA
21	5	9	ELEVADA	UNIFAMILIAR
6 JARDINES			Luminaria Na HP 100 W cada 30 m2	
EQUIPAMIENTO SOCIAL			10 W/m2	
EQUIPAMIENTO JUVENIL			5 W/m2	
ALUMBRADO VIALES			3 centros de mando 20 KW/Ud	

La distribución de CGPs, CGPMs y CMAPs será de la siguiente manera:

- **Parcela Nº 1**

Constituida por 24 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 12 CGPMs. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 1	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 2	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 3	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 4	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 5	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 6	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 7	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 8	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 9	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 10	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 11	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 12	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		220,8 KW

- **Parcela Nº 2**

Constituida por 34 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 17 CGPMs. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGPM 22	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 23	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 24	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 25	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 26	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 27	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 28	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 29	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 30	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 31	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 32	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 33	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 34	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 35	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 36	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 37	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 49	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		312,8 KW

- **Parcela Nº 3**

Constituida por 12 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 6 CGPMs. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGPM 15	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 16	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 17	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 18	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 19	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 20	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		110,4 KW

- **Parcela Nº 4**

Constituida por 4 bloques de edificios con un total de 140 viviendas de electrificación básica con potencia prevista de 5,75 KW por vivienda y un total de 14 CGPs. Luego eso quiere decir que son 10 viviendas/CGP o lo que es lo mismo 10 viviendas por cada portal de entrada. Además cada portal de entrada tendrá unos servicios generales que constan de alumbrado de escalera y grupo de presión (bombas de agua para el suministro de agua hacia las viviendas) y cuya potencia se estima de 3,45 KW y de un ascensor tipo ITA-1 cuya potencia se estima de 4,5 KW.

Servicios Generales → P=3,45 KW

Ascensor → P=4,5 KW

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

A parte de eso cada bloque de edificio tendrá un garaje subterráneo cuya previsión de potencia será de 20 W/m² sobre la superficie útil que se calculará como el 85 % de la superficie total construida. **PLANO 4**

De esta forma la previsión de potencia para los garajes se quedará de la siguiente forma:

Garaje I

Superficie Construida = 1388,56 m²

Potencia = 1388,56 x 0,85 x 20 x 0,001 = 23,61 KW

Garaje II

Superficie Construida = 1381,68 m²

Potencia = 1381,68 x 0,85 x 20 x 0,001 = 23,49 KW

Garaje III

Superficie Construida = 1587,27 m²

Potencia = 1587,27 x 0,85 x 20 x 0,001 = 26,98 KW

Garaje IV

Superficie Construida = 1536,17 m²

Potencia = 1536,17 x 0,85 x 20 x 0,001 = 26,11 KW

Las CGPs serán distribuidas de la siguiente forma:

NOTA: LA CGP QUE ALIMENTE UN GARAJE SE DESIGNARÁ CON UN ASTERISCO (*) Y A CONTINUACIÓN CON NUMEROS ROMANOS SE DESIGNARÁ EL GARAJE QUE ALIMENTAN.

CGP 60*(III)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 26,98	92,43 KW
CGP 61	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 62	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 63*(I)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 23,61	89,06 KW
CGP 64	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 65	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 66	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 67	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 68	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 69	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 74*(II)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 23,49	88,94 KW
CGP 73	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 72	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 71*(IV)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 26,11	91,56 KW
TOTAL		1016,49 KW

- Parcela Nº 5

Constituida por 4 bloques de edificios con un total de 140 viviendas de electrificación básica con potencia prevista de 5,75 KW por vivienda y un total de 14 CGPs. Luego eso quiere decir que son 10 viviendas/CGP o lo que es lo mismo 10 viviendas por cada portal de entrada. Además cada portal de entrada tendrá unos servicios generales que constan de alumbrado de escalera y grupo de presión (bombas de agua para el suministro de agua hacia las viviendas) y cuya potencia se estima de 3,45 KW y de un ascensor tipo ITA-1 cuya potencia se estima de 4,5 KW.

Servicios Generales → P=3,45 KW

Ascensor → P=4,5 KW

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

A parte de eso cada bloque de edificio tendrá un garaje subterráneo cuya previsión de potencia será de 20 W/m² sobre la superficie útil que se calculará como el 85 % de la superficie total construida. **PLANO 4.**

De esta forma la previsión de potencia para los garajes se quedará de la siguiente forma:

Garaje I

Superficie Construida = 1429,17 m²

Potencia = 1429,17 x 0,85 x 20 x 0,001 = 24,29 KW

Garaje II

Superficie Construida = 1382,63 m²

Potencia = 1382,63 x 0,85 x 20 x 0,001 = 23,50 KW

Garaje III

Superficie Construida = 1630,92 m²

Potencia = 1630,92 x 0,85 x 20 x 0,001 = 27,73 KW

Garaje IV

Superficie Construida = 1535,13 m²

Potencia = 1535,13 x 0,85 x 20 x 0,001 = 26,09 KW

Las CGPs serán distribuidas de la siguiente forma:

NOTA: LA CGP QUE ALIMENTE UN GARAJE SE DESIGNARÁ CON UN ASTERISCO (*) Y A CONTINUACIÓN CON NUMEROS ROMANOS SE DESIGNARÁ EL GARAJE QUE ALIMENTAN.

CGP 50*(III)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 27,73	93,18 KW
CGP 51	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 52	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 53*(I)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 24,29	89,74 KW
CGP 54	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 55	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 56	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 57	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 58	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 59	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 89*(II)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 23,50	88,95 KW
CGP 88	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 87	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 86*(IV)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 26,09	91,54 KW
TOTAL		1017,91 KW

- **Parcela Nº 6**

Constituida por 21 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 11 CGPMs. Como el número de viviendas es impar (21) habrá una CGPM que alimentará sólo una vivienda en vez de dos como lo hacen el resto. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 38	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 39	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 40	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 41	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 42	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 43	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 44	1x9,2 KW	9,2 KW
CGMP 45	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 46	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 47	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 48	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		193,2 KW

- **Parcela Nº 7**

Constituida por 22 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 11 CGPMs. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 75	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 76	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 77	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 78	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 79	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 80	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 81	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 82	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 83	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 84	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 85	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		202,4 KW

- **Parcela Nº 8**

Constituida por 2 bloques de edificios con un total de 88 viviendas de electrificación básica con potencia prevista de 5,75 KW por vivienda y un total de 8 CGPs. Luego eso quiere decir que son 11 viviendas/CGP o lo que es lo mismo 11 viviendas por cada portal de entrada (2 viviendas por planta + 1 ático). Además cada portal de entrada tendrá unos servicios generales que constan de alumbrado de escalera y grupo de presión (bombas de agua para el suministro de agua hacia las viviendas) y cuya potencia se estima de 3,45 KW y de un ascensor tipo ITA-1 cuya potencia se estima de 4,5 KW.

Servicios Generales → P=3,45 KW

Ascensor → P=4,5 KW

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

A parte de eso cada bloque de edificio tendrá un garaje subterráneo cuya previsión de potencia será de 20 W/m² sobre la superficie útil que se calculará como el 85 % de la superficie total construida. **PLANO 7.**

De esta forma la previsión de potencia para los garajes se quedará de la siguiente forma:

Garaje I

Superficie Construida = 1182,69 m²

Potencia = 1182,69 x 0,85 x 20 x 0,001 = 20,11 KW

Garaje II

Superficie Construida = 1111,53 m²

Potencia = 1111,53 x 0,85 x 20 x 0,001 = 18,89 KW

Las CGPs serán distribuidas de la siguiente forma:

NOTA: LA CGP QUE ALIMENTE UN GARAJE SE DESIGNARÁ CON UN ASTERISCO (*) Y A CONTINUACIÓN CON NUMEROS ROMANOS SE DESIGNARÁ EL GARAJE QUE ALIMENTAN.

CGP 98*(I)	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 20,11	91,31 KW
CGP 99	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 100	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 111	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 102*(II)	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 18,89	90,09 KW
CGP 103	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 104	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 105	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
TOTAL		608,6 KW

- Parcela Nº 9

Constituida por 4 bloques de edificios con un total de 132 viviendas de electrificación básica con potencia prevista de 5,75 KW por vivienda y un total de 12 CGPs. Luego eso quiere decir que son 11 viviendas/CGP o lo que es lo mismo 11 viviendas por cada portal de entrada (2 viviendas por planta + 1 ático). Además cada portal de entrada tendrá unos servicios generales que constan de alumbrado de escalera y grupo de presión (bombas de agua para el suministro de agua hacia las viviendas) y cuya potencia se estima de 3,45 KW y de un ascensor tipo ITA-1 cuya potencia se estima de 4,5 KW.

Servicios Generales → P=3,45 KW

Ascensor → P=4,5 KW

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

A parte de eso cada bloque de edificio tendrá un garaje subterráneo cuya previsión de potencia será de 20 W/m² sobre la superficie útil que se calculará como el 85 % de la superficie total construida. **PLANO 7.**

De esta forma la previsión de potencia para los garajes se quedará de la siguiente forma:

Garaje I

Superficie Construida = 1080,70 m²

Potencia = 1080,70 x 0,85 x 20 x 0,001 = 18,37 KW

Garaje II

Superficie Construida = 1125,07 m²

Potencia = 1125,07 x 0,85 x 20 x 0,001 = 19,13 KW

Garaje III

Superficie Construida = 1017,46 m²

Potencia = 1017,46 x 0,85 x 20 x 0,001 = 17,29 KW

Garaje IV

Superficie Construida = 1145,8 m²

Potencia = 1145,8 x 0,85 x 20 x 0,001 = 19,48 KW

Las CGPs serán distribuidas de la siguiente forma:

NOTA: LA CGP QUE ALIMENTE UN GARAJE SE DESIGNARÁ CON UN ASTERISCO (*) Y A CONTINUACIÓN CON NUMEROS ROMANOS SE DESIGNARÁ EL GARAJE QUE ALIMENTAN.

CGP 90	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 91*(III)	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 17,29	88,49 KW
CGP 92	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 93	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 94	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 95	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 139*(IV)	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 19,48	90,68 KW
CGP 135*(II)	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 19,13	90,33 KW
CGP 136	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 137	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
CGP 138*(I)	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 18,37	89,57 KW
CGP 106	11 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	71,2 KW
TOTAL		928,67 KW

- **Parcela 10**

Constituida por 27 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 14 CGPMs. Como el número de viviendas es impar (27) habrá una CGPM que alimentará sólo una vivienda en vez de dos como lo hacen el resto. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 170	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 169	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 168	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 167	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 166	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 165	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 178	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 177	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 176	1x9,2 KW	9,2 KW
CGMP 175	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 174	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 173	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 172	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 171	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		248,4 KW

- **Parcela 11**

Constituida por 22 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 11 CGPMs. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 107	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 108	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 109	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 110	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 111	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 112	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 113	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 114	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 115	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 116	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 117	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		202,4 KW

- **Parcela Nº 12**

Constituida por 18 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 9 CGPMs. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 140	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 141	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 142	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 143	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 144	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 145	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 146	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 147	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 148	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		165,6 KW

- **Parcela 13**

Constituida por 33 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 17 CGPMs. Como el número de viviendas es impar (33) habrá una CGPM que alimentará sólo una vivienda en vez de dos como lo hacen el resto. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 118	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 119	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 120	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 121	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 122	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 123	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 124	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 125	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 126	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 127	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 128	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 129	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 130	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 131	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 132	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 133	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 134	1x9,2 KW	9,2 KW
TOTAL		303,6 KW

- **Parcela Nº 14**

Constituida por 17 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 9 CGPMs. Como el número de viviendas es impar (17) habrá una CGPM que alimentará sólo una vivienda en vez de dos como lo hacen el resto. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 227	1x9,2 KW	9,2 KW
CGMP 228	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 229	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 230	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 231	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 232	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 233	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 234	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 235	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		156,4 KW

- **Parcela Nº 15**

Constituida por 17 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 9 CGPMs. Como el número de viviendas es impar (17) habrá una CGPM que alimentará sólo una vivienda en vez de dos como lo hacen el resto. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 161	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 162	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 163	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 164	1x9,2 KW	9,2KW
CGMP 156	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 157	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 158	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 159	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 160	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		156,4 KW

- **Parcela Nº 16**

Constituida por 14 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 7 CGPMs. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGPM 226	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 236	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 237	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 238	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 239	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 240	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 241	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		128,8 KW

- **Parcela Nº 17**

Constituida por 24 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 12 CGPMs. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGMP 207	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 208	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 209	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 210	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 211	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 212	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 213	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 214	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 215	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 216	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 217	2x9,2 KW	18,4 KW
CGMP 225	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		220,8 KW

- **Parcela Nº 18**

Constituida por 13 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 7 CGPMs. Como el número de viviendas es impar (13) habrá una CGPM que alimentará sólo una vivienda en vez de dos como lo hacen el resto. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGPM 218	1x9,2 KW	9,2 KW
CGPM 219	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 220	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 221	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 222	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 223	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 224	2x9,2 KW	18,4 KW
TOTAL		119,6 KW

- **Parcela Nº 19**

Constituida por 3 bloques de edificios con un total de 150 viviendas de electrificación básica con potencia prevista de 5,75 KW por vivienda y un total de 15 CGPs. Luego eso quiere decir que son 10 viviendas/CGP o lo que es lo mismo 10 viviendas por cada portal de entrada. Además cada portal de entrada tendrá unos servicios generales que constan de alumbrado de escalera y grupo de presión (bombas de agua para el suministro de agua hacia las viviendas) y cuya potencia se estima de 3,45 KW y de un ascensor tipo ITA-1 cuya potencia se estima de 4,5 KW.

Servicios Generales → P=3,45 KW

Ascensor → P=4,5 KW

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

A parte de eso cada bloque de edificio tendrá un garaje subterráneo cuya previsión de potencia será de 20 W/m² sobre la superficie útil que se calculará como el 85 % de la superficie total construida. **PLANO 10**

De esta forma la previsión de potencia para los garajes se quedará de la siguiente forma:

Garaje I

Superficie Construida = 3006,90 m²

Potencia = 3006,90 x 0,85 x 20 x 0,001 = 51,12 KW

Garaje II

Superficie Construida = 1681,49 m²

Potencia = 1681,49 x 0,85 x 20 x 0,001 = 28,58 KW

Garaje III

Superficie Construida = 1760,21 m²

Potencia = 1760,21 x 0,85 x 20 x 0,001 = 29,92 KW

Las CGPs serán distribuidas de la siguiente forma:

NOTA: LA CGP QUE ALIMENTE UN GARAJE SE DESIGNARÁ CON UN ASTERISCO (*) Y A CONTINUACIÓN CON NUMEROS ROMANOS SE DESIGNARÁ EL GARAJE QUE ALIMENTAN

CGP 192*(III)	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) + 29,92$	95,37 KW
CGP 193	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 194	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 195	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 196*(I)	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) + 51,12$	116,57 KW
CGP 197	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 198	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 199	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 200	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 201	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 202	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 203	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 204	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 205	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5)$	65,45 KW
CGP 206*(II)	$10 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) + 28,58$	94,03 KW
TOTAL		1091,37 KW

- **Parcela Nº 20**

Constituida por 2 bloques de edificios con un total de 100 viviendas de electrificación básica con potencia prevista de 5,75 KW por vivienda y un total de 10 CGPs. Luego eso quiere decir que son 10 viviendas/CGP o lo que es lo mismo 10 viviendas por cada portal de entrada. Además cada portal de entrada tendrá unos servicios generales que constan de alumbrado de escalera y grupo de presión (bombas de agua para el suministro de agua hacia las viviendas) y cuya potencia se estima de 3,45 KW y de un ascensor tipo ITA-1 cuya potencia se estima de 4,5 KW.

Servicios Generales → P=3,45 KW

Ascensor → P=4,5 KW

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

A parte de eso cada bloque de edificio tendrá un garaje subterráneo cuya previsión de potencia será de 20 W/m² sobre la superficie útil que se calculará como el 85 % de la superficie total construida. **PLANO 10.**

De esta forma la previsión de potencia para los garajes se quedará de la siguiente forma:

Garaje I

Superficie Construida = 1254,85 m²

Potencia = $1254,85 \times 0,85 \times 20 \times 0,001 = 21,33$ KW

Garaje II

Superficie Construida = 1242,14 m²

Potencia = 1242,14 x 0,85 x 20 x 0,001 = 21,12 KW

Las CGPs serán distribuidas de la siguiente forma:

NOTA: LA CGP QUE ALIMENTE UN GARAJE SE DESIGNARÁ CON UN ASTERISCO (*) Y A CONTINUACIÓN CON NUMEROS ROMANOS SE DESIGNARÁ EL GARAJE QUE ALIMENTAN.

CGP 181*(I)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 21,33	86,78 KW
CGP 182	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 183	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 184	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 185	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 186*(II)	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5) + 21,12	86,57 KW
CGP 187	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 188	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 189	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
CGP 190	10 x 5,75 + (3,45 + 4,5)	65,45 KW
TOTAL		697 KW

- Parcela Nº 21

Constituida por 9 viviendas unifamiliares (tipo dúplex) de electrificación elevada con una potencia prevista de 9,2 KW por vivienda y un total de 5 CGPMs. Como el número de viviendas es impar (9) habrá una CGPM que alimentará sólo una vivienda en vez de dos como lo hacen el resto. Las CGPMs serán distribuidas de la siguiente forma:

CGPM 151	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 152	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 153	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 154	2x9,2 KW	18,4 KW
CGPM 155	1x9,2 KW	9,2 KW
TOTAL		82,8 KW

- Parcela Equipamiento Social (ES)

Constituida por una parcela para el equipamiento social (residencia de 3ª Edad) de superficie total 1661,25 m² y con una potencia prevista de 10 W/m², luego la previsión de potencia para dicha parcela será:

P = 1661,25 x 10 x 0,001 = 16,61 KW

La CGPM (AMS=armario de medida y seccionamiento) que alimentará la parcela ES se llamará:

CGPM 180 (ES)	1x16,61 KW	16,61 KW
TOTAL		16,61 KW

Desde este armario de media y seccionamiento la derivación individual irá a un cuadro general de baja tensión ubicado en el edificio del equipamiento social desde el cual se maniobrá toda la instalación mediante interruptores automáticos.

- **Parcela Equipamiento Juvenil (EJ)**

Constituida por una parcela para el equipamiento juvenil (polideportivo municipal) de superficie total 20197,02 m² y con una potencia prevista de 5 W/m², luego la previsión de potencia para dicha parcela será:

$$P = 20197,02 \times 5 \times 0,001 = 100,98 \text{ KW}$$

La CGPM (AMS=armario de medida y seccionamiento) que alimentará la parcela EJ se llamará:

CGPM 21 (EJ)	1x100,98 KW	100,98 KW
	TOTAL	100,98 KW

Desde este armario de media y seccionamiento la derivación individual irá a un cuadro general de baja tensión ubicado en el Pabellón Municipal de Deportes del equipamiento juvenil desde el cual se maniobrá toda la instalación mediante interruptores automáticos.

- **Parcela Jardín 1 (J1)**

Constituida por una parcela para el jardín que se va a ubicar entre la parcela 4 y la parcela 5. Tiene la superficie total de 4008,88 m² y se conoce que se quiere instalar una luminaria de vapor de sodio de alta presión y con alto factor de 100 W de potencia cada 30 m². Luego el número de luminarias que se va a instalar en el jardín será:

Nº Luminarias = 4008,88/30 = 133,63 luminarias con lo cual redondeando a un número exacto se quedarían en 134 luminarias.

La potencia que demandarían dichas 134 luminarias según ITC-BT-44 "Receptores para Alumbrado" sería:

$$P = 134 \times 100 \times 0,001 \times 1,8 = 24,12 \text{ KW}$$

La CGPM (AMS=armario de medida y seccionamiento) que alimentará las luminarias de la parcela del jardín 1 (J1) se llamará CGPM 70 (J1) y demandará una potencia de 24,12 KW.

CGPM 70 (J1)	1x24,12 KW	24,12 KW
	TOTAL	24,12 KW

- **Parcela Jardín 2 (J2)**

Constituida por una parcela para el jardín que se va a ubicar en la parte sur de la parcela 8. Tiene la superficie total de 1425,63 m² y se conoce que se quiere instalar una luminaria de vapor de sodio de alta presión y con alto factor de 100 W de potencia cada 30 m². Luego el número de luminarias que se va a instalar en el jardín será:

Nº Luminarias = 1425,63/30 = 47,52 luminarias con lo cual redondeando a un número exacto se quedarían en 48 luminarias.

La potencia que demandarían dichas 48 luminarias según ITC-BT-44 "Receptores para Alumbrado" sería:

$$P = 48 \times 100 \times 0,001 \times 1,8 = 8,64 \text{ KW}$$

La CGPM (AMS=armario de medida y seccionamiento) que alimentará las luminarias de la parcela del jardín 2 (J2) se llamará CGPM 97 (J2) y demandará 8,64 KW. Además en el Jardín 2

(J2) se ubicará un Centro de Mando de Alumbrado Público que demandará una potencia de 20 KW y se designará como CMAP 96 (AL2):

CGPM 97 (J2)	1x8,64 KW	8,64 KW
CMAP 96 (AL2)	1x20 KW	20 KW
TOTAL		28,64 KW

- **Parcela Jardín 3 (J3)**

Constituida por una parcela para el jardín que se va a ubicar en la parte oeste del Equipamiento Social (ES). Tiene la superficie total de 1316,60 m² y se conoce que se quiere instalar una luminaria de vapor de sodio de alta presión y con alto factor de 100 W de potencia cada 30 m². Luego el número de luminarias que se va a instalar en el jardín será:

Nº Luminarias = 1316,60/30 = 43,88 luminarias con lo cual redondeando a un número exacto se quedarían en 44 luminarias.

La potencia que demandarían dichas 44 luminarias según ITC-BT-44 "Receptores para Alumbrado" sería:

$$P = 44 \times 100 \times 0,001 \times 1,8 = 7,92 \text{ KW}$$

La CGPM (AMS=armario de medida y seccionamiento) que alimentará las luminarias de la parcela del jardín 3 (J3) se llamará CGPM 179 (J3) y demandará una potencia de 7,92 KW.

CGPM 179 (J3)	1x7,92 KW	7,92 KW
TOTAL		7,92 KW

- **Parcela Jardín 4 (J4)**

Constituida por una parcela para el jardín que se va a ubicar en la parte sur de la Parcela 15. Tiene la superficie total de 2133,75 m² y se conoce que se quiere instalar una luminaria de vapor de sodio de alta presión y con alto factor de 100 W de potencia cada 30 m². Luego el número de luminarias que se va a instalar en el jardín será:

Nº Luminarias = 2133,75/30 = 71,12 luminarias con lo cual redondeando a un número exacto se quedarían en 72 luminarias.

La potencia que demandarían dichas 72 luminarias según ITC-BT-44 "Receptores para Alumbrado" sería:

$$P = 72 \times 100 \times 0,001 \times 1,8 = 12,96 \text{ KW}$$

La CGPM (AMS=armario de medida y seccionamiento) que alimentará las luminarias de la parcela del jardín 4 (J4) se llamará CGPM 149 (J4) y demandará una potencia de 12,96 KW. Además en el Jardín 4 (J4) se ubicará un Centro de Mando de Alumbrado Público que demandará una potencia de 20 KW y se designará como CMAP 150 (AL3):

CGPM 149 (J4)	1x12,96 KW	12,96 KW
CMAP 150 (AL3)	1x20 KW	20 KW
TOTAL		32,96 KW

- **Parcela Jardín 5 (J5)**

Constituida por una parcela para el jardín que se va a ubicar entre la parcela 19 y parcela 20. Tiene la superficie total de 2223,13 m² y se conoce que se quiere instalar una luminaria de vapor de sodio de alta presión y con alto factor de 100 W de potencia cada 30 m². Luego el número de luminarias que se va a instalar en el jardín será:

Nº Luminarias = 2223,13/30 = 74,10 luminarias con lo cual redondeando a un número exacto se quedarían en 75 luminarias.

La potencia que demandarían dichas 75 luminarias según ITC-BT-44 "Receptores para Alumbrado" sería:

$$P = 75 \times 100 \times 0,001 \times 1,8 = 13,50 \text{ KW}$$

La CGPM (AMS=armario de medida y seccionamiento) que alimentará las luminarias de la parcela del jardín 5 (J5) se llamará CGPM 191 (J5) y demandará una potencia de 13,50 KW.

CGPM 191 (J5)	1x13,50 KW	13,50 KW
	TOTAL	13,50 KW

- **Parcela Jardín 6 (J6)**

Constituida por una parcela para el jardín que se va a ubicar en la parte oeste del Equipamiento Juvenil (EJ). Tiene la superficie total de 3592,59 m² y se conoce que se quiere instalar una luminaria de vapor de sodio de alta presión y con alto factor de 100 W de potencia cada 30 m². Luego el número de luminarias que se va a instalar en el jardín será:

Nº Luminarias = 3592,59/30 = 119,75 luminarias con lo cual redondeando a un número exacto se quedarían en 120 luminarias.

La potencia que demandarían dichas 120 luminarias según ITC-BT-44 "Receptores para Alumbrado" sería:

$$P = 120 \times 100 \times 0,001 \times 1,8 = 21,6 \text{ KW}$$

La CGPM (AMS=armario de medida y seccionamiento) que alimentará las luminarias de la parcela del jardín 6 (J6) se llamará CGPM 13 (J6) y demandará una potencia de 21,6 KW. Además en la parcela del Jardín 6 (J6) se ubicará un Centro de Mando de Alumbrado Público de potencia 20 KW que se designará CMAP 14 (AL1)

CGPM 13 (J6)	1x21,6 KW	21,6 KW
CMAP 14 (AL1)	1x20 KW	20 KW
	TOTAL	41,6 KW

Ya tenemos toda la previsión de potencia definida. También para ver la previsión de potencia por parcela y la ubicación de las CGPs, CGPMs y CMAPs citados anteriormente podemos consultar los siguientes planos:

PLANO 3: PREVISIÓN DE POTENCIA TOTAL POR PARCELA (A1)

PLANO 13: UBICACIÓN DE TRANSFORMADORES, CGPs, CGPMs y CMAPs (A1)

El resumen de la potencia prevista por parcela queda definido en el siguiente cuadro:

PARCELA	POTENCIA (KW)
1	220,8
2	312,8
3	110,4
4	1016,49
5	1017,91
6	193,2
7	202,4
8	608,6
9	928,67
10	248,4
11	202,4
12	165,6
13	303,6
14	156,4
15	156,4
16	128,8
17	220,8
18	119,6
19	1091,37
20	697
21	82,8
ES	16,61
EJ	100,98
J1	24,12
J2	28,64
J3	7,92
J4	32,96
J5	13,5
J6	41,6
TOTAL	8450,77

2.1.2 Cálculo del Número de Transformadores

Según la normativa particular de Iberdrola MT 2.03.20 sólo tendrá incidencia sobre los transformadores el 40% de la potencia prevista (contratada), es decir, es como si fuera un coeficiente de simultaneidad que considera Iberdrola para calcular la potencia necesaria de los centros de transformación para alimentar un determinado polígono residencial.

MT 2.03.20 (04-03)

Incidencia de la Potencia de BT respecto a centros de transformación:

$$\begin{aligned}
 P_{CT} \text{ (kVA) en Zona de viviendas y Comercios} &= \frac{\sum P_{BT} \text{ (kW)} \times 0,4}{0,9} \\
 P_{CT} \text{ (kVA) en Zona de viviendas con tarifa nocturna} &= \frac{\sum P_{BT} \text{ (kW)} \times 1,00}{0,9} \\
 P_{CT} \text{ (kVA) en Zona de Oficinas e Industrias} &= \frac{\sum P_{BT} \text{ (kW)} \times 0,5}{0,9} \\
 P_{CT} \text{ (kVA) en Zona Oficinas y Comercios} &= \frac{\sum P_{BT} \text{ (kW)} \times 0,6}{0,9}
 \end{aligned}$$

$$\sum P_{BT(KW)} = 8450,77 \text{ KW}$$

$$P_{CT(KVA)} = \frac{\sum P_{BT(KW)} \times 0,4}{0,9} = \frac{8450,77 \times 0,4}{0,9} = 3755,89 \text{ KVA}$$

Luego la potencia total teórica que los transformadores deberían entregar a la red de baja tensión (anillos de baja tensión) sería de 3755,89 KVA. Como en los Centros de Transformación que se ubicarán en el presente polígono residencial vamos a utilizar transformadores de potencia 400 KVA, por consiguiente el número mínimo teórico de transformadores que tendríamos sería:

$$N^{\circ} \text{ Transformadores} = \frac{3755,89}{400} = 9,38 \rightarrow 10 \text{ transformadores de 400 KVA}$$

Debido a la distancia de protección de los fusibles y la intención de colocar los transformadores solamente en los jardines el número de transformadores que instalaremos realmente en el presente polígono residencial será 14. Uno de ellos será un Centro de Transformación y Reparto y se ubicará dentro del edificio PFU-5 y los otros 13 serán Centros de Transformación compactos tipo miniBLOK definidos ambos en la "Memoria".

NUMERACIÓN DEL TRAFO	ENVOLVENTE	POTENCIA (KVA)
CT1	miniBLOK	400
CT2	miniBLOK	400
CT3	miniBLOK	400
CT4	miniBLOK	400
CT5	miniBLOK	400
CT6	miniBLOK	400
CT7	miniBLOK	400
CT8	miniBLOK	400
CT9	miniBLOK	400
CTR10	PFU-5	400
CT11	miniBLOK	400
CT12	miniBLOK	400
CT13	miniBLOK	400
CT14	miniBLOK	400

2.1.3 Cálculo de los Anillos de Baja Tensión

Se calcularán de la siguiente forma:

1º) Se calculará el punto de mínima tensión del anillo (las distancias y las potencias se consideran desde el origen de una punta del anillo → momento eléctrico):

$$P_{mt} = \frac{\sum L \cdot P}{P_t}$$

2º) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto de la rama:

Al obtener el pmt separamos el anillo en 2 ramas en las cuales se calcularán las potencias acumuladas en cada punto de las cargas repartidas de la rama considerando sus respectivos coeficientes de simultaneidad (ITC-BT-10) aplicados en cada punto de la rama:

$$P_{acum} = \left(\frac{(N_{EB}^o \times 5,75KW) + (N_{EE}^o \times 9,2KW)}{N_T^o} \right) \times c.s. + P_{aux}$$

Siendo:

- P_{acum} = Potencia acumulada en cada punto
- N_{EB}^o = Nº de viviendas de electrificación básica.
- N_{EE}^o = Nº de viviendas de electrificación elevada.
- N_T^o = Nº de viviendas totales.
- P_{aux} = Potencia auxiliar (Garajes, Jardines, Servicios Auxiliares como ascensor y luz escalera, Equipamiento Social y Equipamiento Juvenil).
- c.s. = coeficiente de simultaneidad según número de viviendas (ITC-BT-10).

Nº Viviendas (n)	Coficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

3º) Cálculo de la intensidad total por rama y factor de corrección:

Se calculará la intensidad en el punto más desfavorable de cada rama, es decir, a la salida del transformador y se designará como la intensidad de diseño (I_b). Dicha intensidad se calculará con la siguiente fórmula:

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

Siendo:

P_{acum} = potencia acumulada al principio de la rama

V = tensión compuesta trifásica. Se considerará para toda la rama como 400 V

$\cos\varphi$ = factor de potencia de la carga. Se considerará para todas las cargas 0,9

I_b = intensidad de diseño

En función de esta intensidad de diseño (I_b) comprobaremos si el cable con la sección elegida cumple el **CRITERIO DE CALENTAMIENTO**.

Para la presente instalación de red de baja tensión usaremos secciones que nos indica Iberdrola en su norma **MT 2.51.01**:

Cables

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos RV, según NI 56.31.21 y XZ1, según NI 56.37.01, de las características siguientes:

	RV	XZ1
- Cable tipo	Aluminio	Aluminio
Conductor.....	50 - 95 - 150 y 240 mm ²	50 - 95 - 150 y 240 mm ²
Secciones.....	0.6/1 kV	0.6/1 kV
Tensión asignada.....	Polietileno reticulado	Polietileno reticulado
Aislamiento.....	PVC	Poliolefina (Z1)
Cubierta.....	Categoría de resistencia	(S) seguridad
al incendio	UNE EN 60332-1-2	

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente

- las secciones de 150 mm² y 240 mm², se utilizarán en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT. Además la sección de 150 mm² se utilizará como neutro de la sección de fase de 240 mm²
- la sección de 95 mm², se utilizará como neutro de la sección de 150 mm², como línea de derivación de la red general y acometidas
- la sección de 50 mm², solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm² y acometidas individuales.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Todas las líneas subterráneas de baja tensión serán cables unipolares de aluminio, aislamiento XLPE, de las siguientes características principales:

- Tensión nominal $U_0/U = 0,6/1$ kV, siendo U_0 la tensión nominal entre cada uno de los conductores y tierra, y U la tensión nominal entre conductores.
- Naturaleza de los conductores de fase y neutro: Aluminio
- Secciones de los conductores de fase de aluminio: 50, 95, 150 ó 240 mm²
- Secciones de los conductores neutro: 50, 95 ó 150 mm²
- Aislamiento: Polietileno reticulado.

Los conductores de sección 240 mm² serán utilizados en suministros puntuales o en zonas de muy alta densidad de carga; los de fase de sección de 150 mm² serán los utilizados habitualmente; los de 95 mm² se utilizarán sólo en zonas de densidad de carga baja y uniforme; y los de 50 mm² sólo para acometidas.

Como estamos en zona con alta densidad de carga ya que estamos en un polígono residencial usaremos conductores de 240 mm² y de 150 mm² para las fases; y 150 mm² y 95 mm² para el neutro. Los conductores utilizados serán suministrados por fabricante PRYSMIAN, serán de tipo XZ1(S) y se designarán en el presupuesto de la siguiente forma:

CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm² 0,6/1 KV PRYSMIAN

CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm² 0,6/1 KV PRYSMIAN

CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x95 mm² 0,6/1 KV PRYSMIAN

Para una línea subterránea de baja tensión de 3 conductores de fase de 240 mm² y 1 de neutro de 150 mm² se designará en la parte de "Cálculos Justificativos" como:

S= XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² AL

Para una línea subterránea de baja tensión de 3 conductores de fase de 150 mm² y 1 de neutro de 95 mm² se designará en la parte de "Cálculos Justificativos" como:

S= XZ1(S) 3x150 mm²+1x95 mm² AL




Tendremos que aplicar diferentes factores de corrección para la intensidad máxima admisible de los cables suministrados por el fabricante si nuestras condiciones de trabajo o funcionamiento de cables directamente enterrados difieren de las condiciones estándar que fija el fabricante que serán las siguientes:

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Para cables de Cu tipo RV (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados) o Al XZ1(S) (Al Voltalene Flamex) de 0,6/1 kV las Intensidades admisibles en función del sistema de instalación están recogidas en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):

CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 KV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
COBRE			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540

Temperatura del terreno en °C	25
Temperatura del aire ambiente en °C	40
Resistencia térmica del terreno en K.m/W	1,5
Profundidad de soterramiento en m	0,7



CONDICIONES ESTANDAR DE FUNCIONAMIENTO DE CABLES

Es conveniente mencionar en este caso que Iberdrola considera las mismas condiciones estándar de funcionamiento para sus cables. Dichas condiciones estándar se pueden consultar en la normativa particular de Iberdrola **MT 2.51.01**:

Temperatura del terreno en °C	25
Temperatura ambiente en °C	40
Resistencia térmica del terreno	1,5 Km/W
Profundidad de soterramiento en m	0,7

➤ **Nuestras condiciones de funcionamiento de cables de baja tensión van a ser las siguientes:**

- Temperatura del Terreno: 25º C
- Resistencia Térmica del Terreno: 1,5 K.m/W
- Profundidad de Soterramiento: 0,7 m (desde el nivel del terreno hasta la parte superior del cable).

Luego nuestras condiciones de funcionamiento son las estándar del fabricante y de Iberdrola.

INCISO

Las condiciones de instalación de nuestra red de baja tensión es directamente enterrada y en cruces de carretera será enterrada bajo tubo. Según la ITC-BT-07, apartado 3.1.3: "En el caso de canalizaciones bajo tubo que no superen los 15 metros, si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar factor de corrección de intensidad por este motivo". Realmente, este apartado establece dos condiciones para considerar que la instalación bajo tubo sea considerada como directamente enterrada: 1) que la canalización bajo tubo sea inferior a 15 metros (que es nuestro caso ya que en el presente polígono residencial los cruzamientos de carretera en ningún caso serán superiores a 15 metros de longitud) y 2) que el tubo se rellene con aglomerados especiales. Esta segunda condición hace que se considere como si estuvieran directamente enterrados por el hecho de que estos aglomerados se comportan como la tierra, es decir, si se rellena el tubo con un aglomerado especial, que lo que hace es eliminar la cámara del aire interior del tubo que se comporta como aislante térmico. Sin embargo, estas dos condiciones no hacen desprestigiar el factor de corrección de intensidad por agrupamiento de conductores.

Luego tenemos realmente 4 factores de corrección que aplicar a la intensidad admisible (I_z), vista en la tabla anterior, que para cables directamente soterrados y para condiciones estándar será de:

$$S=240 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z=340 \text{ A}$$

$$S=150 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z=260 \text{ A}$$

Los factores de corrección serán los siguientes:

K_t =factor de corrección por temperatura del terreno

K_r =factor de corrección por resistividad térmica del terreno

K_p =factor de corrección por profundidad de soterramiento

K_a =factor de corrección por agrupamiento de conductores.

Las tablas con los factores de corrección que nos proporciona el fabricante PRYSMIAN y que están regulados por la norma UNE 211435 y el reglamento electrotécnico de baja tensión son:

- Factor de corrección por la temperatura del terreno (K_t):

Si la temperatura ambiente difiere del estándar 25 °C para instalaciones enterradas tenemos los siguientes valores a aplicar a las intensidades de la tabla anterior:

TABLA A.6 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS TEMPERATURAS (CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS Y CABLES SOTERRADOS)

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90*	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83

* Los cables para redes subterráneas de distribución (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados y Al Voltalene Flamex) soportan un máximo de 90 °C en el conductor en régimen permanente.

Para una temperatura del terreno de 25°C tenemos que $K_t = 1$

- Factor de corrección por la resistividad del terreno (K_r):

Cuando la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1,5 K·m/W y la instalación sea entubada debemos tener en cuenta los siguientes factores:

TABLA A.7 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1,5 K·m/W (CABLES SOTERRADOS)

Si los cables van directamente enterrados tenemos:

Cables directamente soterrados en triángulo en contacto							
Sección del conductor mm²	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

Para una resistividad del terreno de 1,5 K·m/W tenemos un $K_r = 1$

- Factor de corrección por la profundidad de colocación de los conductores (K_p):

Para tener en cuenta el efecto de la profundidad de enterramiento de la instalación:

TABLA A.8 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS PROFUNDIDADES DE SOTERRAMIENTO (CABLES SOTERRADOS)

Cables de 0,6/1 kV		
Profundidad, m	Soterrados	En tubular
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90

Para una profundidad de soterramiento de 0,7 metros y cables directamente enterrados tenemos un **K_p=1**

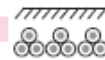
- Factor de corrección por agrupamiento de los conductores (K_a):

Coefficientes de corrección por agrupamiento para instalaciones enterradas:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 KV (CABLES SOTERRADOS)

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—



Para este caso tenemos que saber cuántos son los circuitos que discurren por la misma zanja. Se recomienda que los circuitos nunca estén en contacto por lo que elegiremos una distancia de separación entre las ternas de cables de 400 mm.

El factor de corrección total será el producto de todos los factores de corrección anteriormente citados:

$$K_T = K_t \times K_r \times K_p \times K_a$$

A continuación calcularemos la intensidad admisible corregida (I'z) del cable que será el producto del factor de corrección total (K_T) por la intensidad admisible en condiciones estándar (I_z):

$$I'z = K_T \times I_z$$

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

Selección del Conductor

Una vez calculada la intensidad de diseño (I_b) que tiene que pasar por el tramo más desfavorable de la rama (al principio de la línea la intensidad es la más grande porque circulan las intensidades de todas las cargas repartidas a lo largo de la rama), calcularemos el factor de carga del cable (f.d.c) que es el cociente entre la intensidad de diseño de la rama (I_b) y la intensidad corregida del cable (I'z) elegido. Recordando que las secciones de fase que utilizaremos para nuestra red de baja tensión son:

$$S=240 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z=340 \text{ A} \rightarrow I'z=K_T \times I_z = K_T \times 340 \text{ A}$$

$$S=150 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z=260 \text{ A} \rightarrow I'z=K_T \times I_z = K_T \times 260 \text{ A}$$

El Factor de Carga del cable (f.d.c) tiene que ser inferior a 0,9 para que el cable no esté cargado al 100% y haya un margen para las posibles sobrecargas en la red.

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

Luego para cada rama, para comprobar el criterio de calentamiento, probaremos primero con cable de sección de fase de 150 mm² y si el f.d.c. de dicha sección sea superior a 0,9 pues probaremos con la sección comercializada inmediatamente superior que es de 240 mm². En todo caso, para que la sección sea válida el factor de carga (f.d.c.) tiene que ser inferior a 0,9. Si esto se cumple es decir, si f.d.c. del cable es inferior a 0,9, luego el cable elegido cumple el **CRITERIO DE CALENTAMIENTO**.

Selección del Fusible de Protección

Para la adecuada protección de los cables contra sobreintensidades, mediante fusibles de la clase gG, que instalaremos en el cuadro de baja tensión de cada transformador, a la salida de cada rama del anillo de BT, se tienen que cumplir 3 condiciones de protección:

$$1) I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'_z$$

Siendo:

I_f = intensidad convencional de fusión del fusible

I_n = intensidad nominal del fusible de protección (calibre de fusible)

I'_z = intensidad corregida del conductor

$$2) I_b < I_n < I'_z$$

Siendo:

I_b = Intensidad de diseño que circularía por el cable en el tramo más desfavorable

I_n = Intensidad nominal del fusible (calibre del fusible)

I'_z = Intensidad corregida del cable

La intensidad corregida de cable (I'_z) es la máxima intensidad que podría circular bajo las condiciones de instalación reales que difieren de las condiciones estándar.

$$3) L_{rama} < L_p$$

Siendo:

L_{rama} = longitud total de la rama

L_p = longitud de protección del fusible



Iberdrola según su normativa particular **MT 2.51.01** establece las siguientes longitudes de protección para los fusibles que son función de la sección de cable y del calibre de fusible que protege dicho cable:

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra sobrecargas y cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente se protege y que se indica en los siguientes cuadros expresados en metros.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

Línea no protegida contra sobrecargas

Cálculos han sido efectuado con una impedancia a 145°C del conductor de fase y neutro.

Icc (I máxima) 5 segundos (A) según Tabla 3 UNE EN 60269-1

NOTA: Las longitudes de la tabla se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

Las casillas grises indican que si cogemos un calibre de fusible demasiado grande, por ejemplo, para una sección de 3x240+1x150 mm² y un fusible de calibre 315 A que la protege, dicha rama estaría protegida contra cortocircuitos hasta 185 metros y a partir de esta distancia si se produce un cortocircuito en la línea (rama del anillo) a una distancia mayor a 185 metros del origen, se podría dañar el aislamiento del conductor antes de la actuación del fusible ya que a mayor calibre mayor será el tiempo de actuación del fusible ante un cortocircuito. Como la distancia de protección (185m) está en color gris quiere decir que dicha rama no estaría protegida contra sobrecargas ya que no se cumple la primera condición:

$$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'_z$$

Para proteger dicha rama (3x240+1x150 mm²) contra sobrecargas deberíamos coger un calibre inferior (250 A, 200 A, 160 A, etc), pero en todo caso existe una distancia máxima de protección contra cortocircuitos que para los fusibles antes mencionados serían 247 m, 326 m y 429 m respectivamente.

Lo mismo pasaría para un conductor de 3x95 +1x50 mm², es decir, para fusibles de 100 A, 125 A y 160 A las distancias máximas de protección serían 255 m, 207 m y 156 m respectivamente. Para dichos calibres las ramas con conductores de sección mencionada con longitudes máximas mencionadas estarían protegidas contra **sobrecargas** y **cortocircuitos**. A más distancia del origen si se produce un cortocircuito ya no se garantiza de que el aislamiento del conductor va a aguantar el efecto térmico del cortocircuito antes de actuar el fusible. Ahora bien, si para proteger dicha sección (3x95 +1x50 mm²) instalamos los calibres de fusibles de 200 A, 250 A y 315 A, las distancias de protección contra cortocircuitos serían 118m, 90m y

67m respectivamente. Es decir, si la rama tuviera más longitud a la mencionada y se produce un cortocircuito en el punto del tramo que supera dicha distancia de protección ya no se garantiza de que el aislamiento del conductor va a aguantar el efecto térmico del cortocircuito antes de actuar el fusible. Como las casillas con las distancias de protección (118m 90m y 67m), para los fusibles de 200 A, 250 A y 315 A y sección 3x95 +1x50 mm² están en color gris quiere decir que independientemente de la longitud de la rama, ésta no va a estar protegida contra sobrecargas porque fallaría la primera condición:

$$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'_z$$

5º) Caída de tensión:

Tenemos que comprobar que la caída de tensión (c.d.t.) máxima desde el origen hasta el punto final de la rama es menor que el 5% que es el valor máximo establecido según ITC-BT-19. Si la caída de tensión calculada será menor que 5%, luego la sección cumple el **CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN**. Para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

Siendo:

P_{acum} = potencia acumulada en cada tramo

L = longitud de cada tramo en km

V = Tensión compuesta trifásica. Se considerará que es 400 V para toda la rama

R = resistencia del conductor seleccionado (Ω/km)

X = reactancia del conductor seleccionado a 50 Hz (Ω/km)

$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \tan \varphi = 0,484$

K = constante del conductor = $\frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$

La resistencia (R) y reactancia (X) de los conductores seleccionados nos la proporciona el fabricante PRYSMIAN:

AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: 0,6/1 kV	Norma diseño: HD 603-5X-1	Designación genérica: AL XZ1 (S)
----------------------------------	----------------------------------	---

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (I) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								$\cos \phi = 1$	$\cos \phi = 0,8$
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1,91	70	58	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1,2	88	74	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0,868	109	90	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0,641	133	107	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0,443	170	132	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0,32	207	157	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0,253	239	178	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0,206	277	201	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0,164	316	226	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0,125	372	261	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	0,22	0,26

Lo mismo podemos consultar en la norma particular de Iberdrola **MT 2.51.01**:

Las características de los conductores en régimen permanente a título orientativo serán las siguientes:

Tabla 1
Resistencia y reactancia

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

Una vez comprobado que la sección elegida cumple el **CRITERIO DE CALENTAMIENTO** y **CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN** y que además el fusible elegido cumple las 3 condiciones de protección antes mencionadas podemos afirmar que dicha sección y los fusibles que la protegen son aptos para ser utilizados como solución para una determinada rama.

IMPORTANTE: La sección calculada para ambas ramas tiene que ser la misma, es decir, si para Rama 1 de un anillo la sección de fase de 150 mm² resulta ser válida y cumple con todos los criterios de diseño antes mencionados y para Rama 2 del mismo anillo vemos que la sección de fase que se debería poner es de 240 mm², luego para Rama 1 también se debería poner la misma sección que para Rama 2. O lo que es lo mismo, para un anillo de BT deberíamos poner la mayor de las 2 secciones que nos sale para ambas Ramas.

Lo mismo que explicamos anteriormente para el cálculo eléctrico de red de baja tensión lo dice Iberdrola en su norma particular **MT 2.51.01**:

CÁLCULO ELÉCTRICO

Determinación de la sección

La distribución se realizará en sistema trifásico a las tensiones de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Para la elección de la sección de un cable deben tenerse en cuenta, en general, cuatro factores principales, cuya importancia difiere en cada caso.

Dichos factores son:

- Tensión de la red y su régimen de explotación
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista
- Intensidades y tiempo de cortocircuito, del conductor.

Las características de los conductores en régimen permanente a título orientativo serán las siguientes:

Tabla 1
Resistencia y reactancia

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

Intensidades máximas admisibles. A título orientativo se indican en la tabla siguiente:

Tabla 2

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C	25
Temperatura ambiente en °C	40
Resistencia térmica del terreno	1,5 Km/W
Profundidad de soterramiento en m	0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la ITC- BT- 07.

Para justificar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable
- Caída de tensión

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 5 %. Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que, sumado al de la línea ya existente hasta el tramo de derivación, no supere el 5 % para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.

Para la elección entre los distintos tipos de líneas desde el punto de vista de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima a transportar y de caída de tensión, que se fijan en cada uno, deberá realizarse un estudio técnico-económico desde el punto de vista de pérdidas, por si quedara justificado con el mismo la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados.

- La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado, de acuerdo con los valores de las intensidades máximas que figuran en la NI 56.31.21, o en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot U \cos \varphi}$$

b) La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

en donde:

- W = Potencia en kW
- U = Tensión compuesta en kV
- ΔU = Caída de tensión
- I = Intensidad en amperios
- L = Longitud de la línea en km.
- R = Resistencia del conductor en Ω/km
- X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω/km .
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia

La caída de tensión producida en la línea, puesta en función del momento eléctrico W.L., teniendo en cuenta las fórmulas anteriores viene dada por :

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} (R + X \tan \varphi)$$

Donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

En ambos apartados, a) y b), se considerará un factor de potencia para el cálculo de $\cos \varphi = 0,9$

Protecciones de sobreintensidad

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indican en los siguientes cuadros, la intensidad nominal del mismo:

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_n \leq 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z$ (A)		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra sobrecargas y cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente se protege y que se indica en los siguientes cuadros expresados en metros.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

Línea no protegida contra sobrecargas

Cálculos han sido efectuado con una impedancia a 145°C del conductor de fase y neutro.
Icc (I máxima) 5 segundos (A) según Tabla 3 UNE EN 60269-1

NOTA: Las longitudes de la tabla se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

2.1.3.1 Cálculo de los Anillos del CT1

El CT1 será un CT de tipo miniBLOK y alimentará a 2 anillos de baja tensión. **PLANO 14**

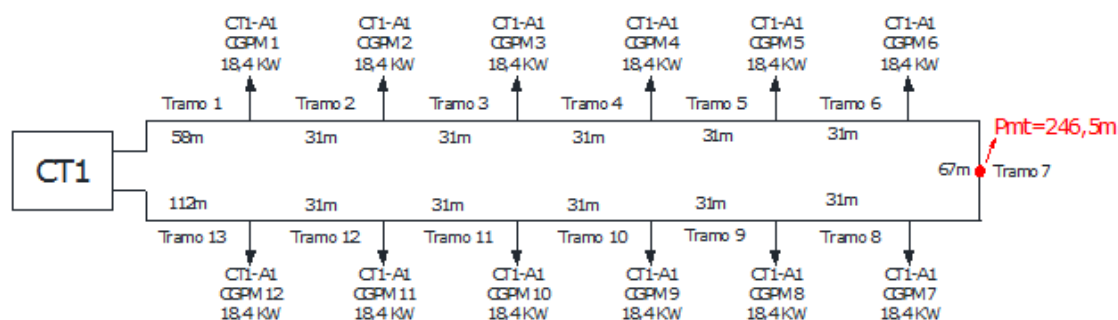
2.1.3.1.1 CT1. Anillo 1

1) Cálculo del punto de mínima tensión:

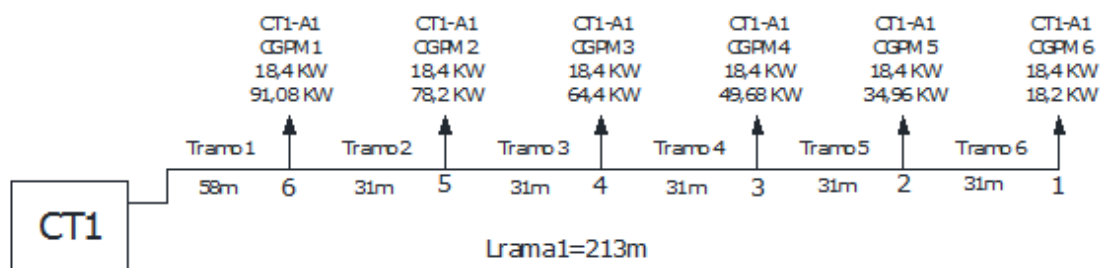
$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 1	1	58	58	18,4	1067,2
CGPM 2	2	31	89	18,4	1637,6
CGPM 3	3	31	120	18,4	2208
CGPM 4	4	31	151	18,4	2778,4
CGPM 5	5	31	182	18,4	3348,8
CGPM 6	6	31	213	18,4	3919,2
CGPM 7	7	67	280	18,4	5152
CGPM 8	8	31	311	18,4	5722,4
CGPM 9	9	31	342	18,4	6292,8
CGPM 10	10	31	373	18,4	6863,2
CGPM 11	11	31	404	18,4	7433,6
CGPM 12	12	31	435	18,4	8004
	13	112	547		

LONG. ANILLO	547	m
PT	220,8	kW
Pmt	246,50	m



2.1.3.1.1.1 CT1. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 6 ternas de cables (4 de BT y 2 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,76$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 30.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,76$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	91,08	kW

Intensidad(Ib)=	146,07	A
K_T =	0,76	
Itabla (I'b)=	192,2	A
S=	150	mm ²
Iconductor (Iz)=	260	A
Icorregida (I'z)=	197,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'z} < 0,9$$

f.d.c.	0,739	OK
--------	-------	----

$I_f=1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 160 A
$I_f=1,6 \times 160 \leq 1,45 \times 197,6$	
256 < 286,52	OK

$I_b < I_n < I'z$	OK
146,07 < 160 < 197,6	

Lrama=	213	m
Lp (150 mm ² /160 A)=	280	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,206	Ω/km
X=	0,075	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,1515	

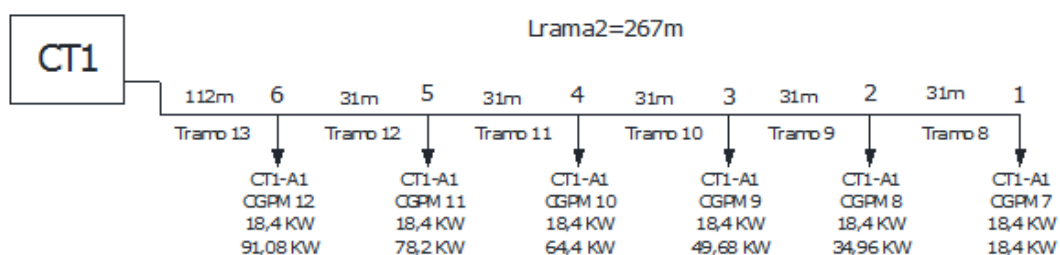
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU (%)	ΔU (%) acum.
CGPM 1	1	0,058	91,08	0,800	0,800
CGPM 2	2	0,031	78,2	0,367	1,167
CGPM 3	3	0,031	64,4	0,302	1,470
CGPM 4	4	0,031	49,68	0,233	1,703
CGPM 5	5	0,031	34,96	0,164	1,867
CGPM 6	6	0,031	18,4	0,086	1,953

AU (%) acum.	1,953	<5 %
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x150 mm²+1x95 mm² Fusible: NH1 160 A; Lp= 280m

2.1.3.1.1.2 CT1. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 6 ternas de cables (4 de BT y 2 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,76$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 30.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,76$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	91,08	kW

Intensidad (I_b)=	146,07	A
K(agrup.)=	0,76	
Intabla (I'_b)=	192,2	A
S=	150	mm ²
Iconductor (I_z)=	260	A
Icorregida (I'_z)=	197,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,739	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'_z$	Fusible 160 A
$1,6 \times 160 \leq 1,45 \times 197,6$	
$256 \leq 286,52$	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$146,07 < 160 < 197,6$	

Lrama=	267	m
Lp (150 mm ² /160 A)=	280	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan\varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan\varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,206	Ω/km
X=	0,075	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,1515	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 12	1	0,112	91,08	1,545	1,545
CGPM 11	2	0,031	78,2	0,367	1,912
CGPM 10	3	0,031	64,4	0,302	2,214
CGPM 9	4	0,031	49,68	0,233	2,448
CGPM 8	5	0,031	34,96	0,164	2,612
CGPM 7	6	0,031	18,4	0,086	2,698

AU% acum.	2,698	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x150 mm²+1x95 mm² Fusible: NH1 160 A; Lp= 280m

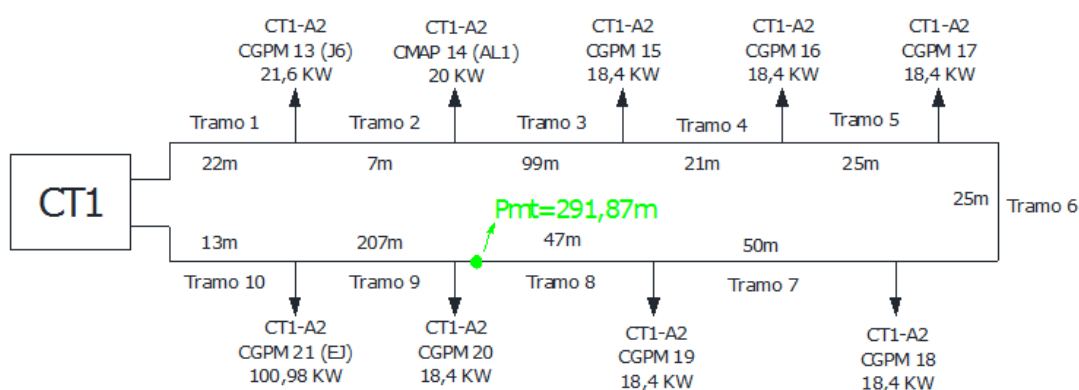
2.1.3.1.2 CT1. Anillo 2

1) Cálculo del punto de mínima tensión:

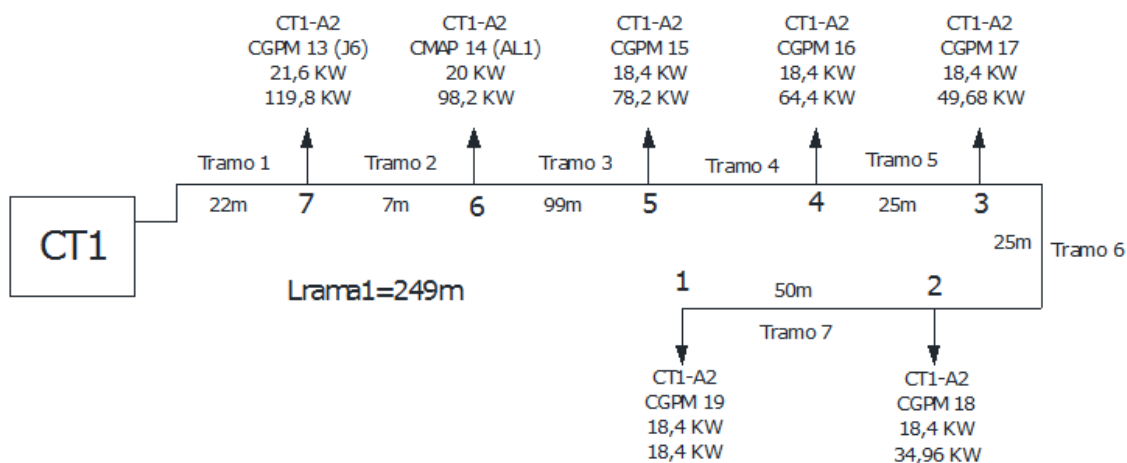
$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 13 (J6)	1	22	22	21,6	475,2
CMAPI 14 (AL1)	2	7	29	20	580
CGPM 15	3	99	128	18,4	2355,2
CGPM 16	4	21	149	18,4	2741,6
CGPM 17	5	25	174	18,4	3201,6
CGPM 18	6	25	199	18,4	3661,6
CGPM 19	7	50	249	18,4	4581,6
CGPM 20	8	47	296	18,4	5446,4
CGPM 21 (EJ)	9	207	503	100,98	50792,94
	10	13	516		

LONG. ANILLO	516	m
PT	252,98	kW
Pmt	291,87	m



2.1.3.1.2.1 CT1. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 8,5 \times 9,2 + 20 = 98,2 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 8,5 \times 9,2 + 20 + 21,6 = 119,8 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 6 ternas de cables (4 de BT y 2 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,76$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 30.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,76$.

JARDIN 6 (J6)	21,6	kW
ALUMBRADO AL1	20	kW
Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	41,6	kW
Pacum.	119,800	kW

Intensidad (I_b)=	192,13	A
K(agrup.)=	0,76	
Itabla (I'_b)=	252,8	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	258,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,744	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'_z$	Fusible 200 A
$1,6 \times 200 \leq 1,45 \times 258,4$	
$320 \leq 374,68$	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$192,13 < 200 < 258,4$	

Lrama=	249	m
Lp (240 mm ² /200 A)=	326	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \phi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \phi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

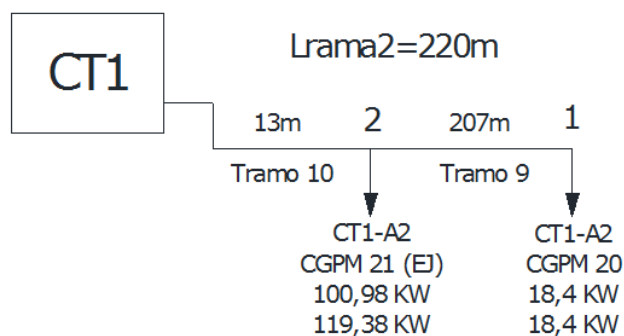
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGPM 13 (J6)	1	0,022	119,8	0,262	0,262
CMAF 14 (AL1)	2	0,007	98,2	0,068	0,330
CGPM 15	3	0,099	78,2	0,769	1,099
CGPM 16	4	0,021	64,4	0,134	1,233
CGPM 17	5	0,025	49,68	0,123	1,357
CGPM 18	6	0,025	34,96	0,087	1,443
CGPM 19	7	0,05	18,4	0,091	1,535

%AU acum=	1,535	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.1.2.2 CT1. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

$$1) P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$$

$$2) P_2 = 2 \times 9,2 + 100,98 = 119,38 \text{ kW}$$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 6 ternas de cables (4 de BT y 2 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser Ka=0,76 para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 30.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a K_T = 0,76.

EQUIP.JUV. (EJ)	100,98	kW
Asc. y S.G.		kW
Pot. Aux.	100,98	kW
Pacum.	119,38	kW

Intensidad (I _b)=	191,46	A
K(agrup.)=	0,76	
I _{tabla} (I' _b)=	251,92	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	258,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,741	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 200 A
1,6x200<=1,45x258,4	
320<=374,68	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
191,46 < 200 < 258,4	

L _{rama} =	220	m
L _p (240 mm ² /200 A)	326	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGPM 21 (EJ)	1	0,013	119,38	0,154	0,154
CGPM 20	2	0,207	18,4	0,378	0,532

%AU acum=	0,532	<5%
OK		

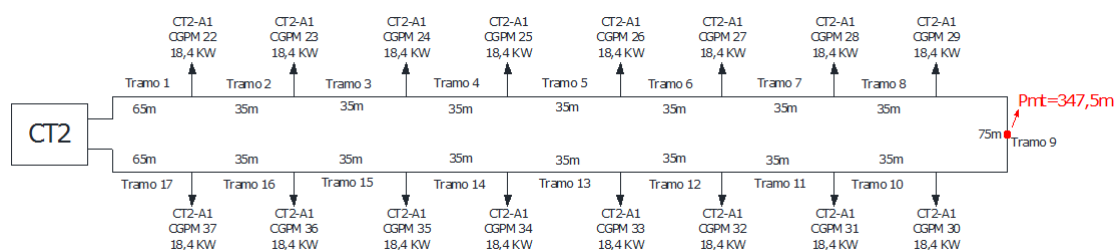
SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.2 Cálculo de los Anillos del CT2

El CT2 será un CT de tipo miniBLOK y alimentará a 2 anillos de baja tensión. **PLANO 15**

2.1.3.2.1 CT2. Anillo 1



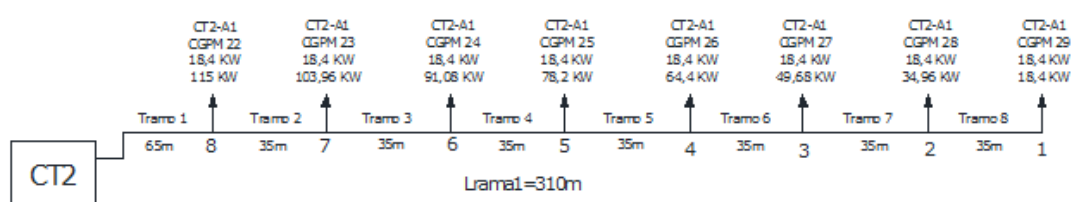
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 22	1	65	65	18,4	1196
CGPM 23	2	35	100	18,4	1840
CGPM 24	3	35	135	18,4	2484
CGPM 25	4	35	170	18,4	3128
CGPM 26	5	35	205	18,4	3772
CGPM 27	6	35	240	18,4	4416
CGPM 28	7	35	275	18,4	5060
CGPM 29	8	35	310	18,4	5704
CGPM 30	9	75	385	18,4	7084
CGPM 31	10	35	420	18,4	7728
CGPM 32	11	35	455	18,4	8372
CGPM 33	12	35	490	18,4	9016
CGPM 34	13	35	525	18,4	9660
CGPM 35	14	35	560	18,4	10304
CGPM 36	15	35	595	18,4	10948
CGPM 37	16	35	630	18,4	11592
	17	65	695		

LONG. ANILLO	695	m
PT	294,4	kW
Pmt	347,50	m

2.1.3.2.1.1 CT2. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 11,3 \times 9,2 = 103,96 \text{ kW}$
- 8) $P_8 = 12,5 \times 9,2 = 115 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 6 ternas de cables (4 de BT y 2 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,76$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 31.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,76$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	115,000	kW

Intensidad (I_b)=	184,43	A
K(agrup.)=	0,76	
Intabla (I'_b)=	242,67	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	258,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,714	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'_z$	Fusible 200 A
$1,6 \times 200 < 1,45 \times 258,4$	
$320 < 374,68$	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$184,43 < 200 < 258,4$	

Lrama=	310	m
Lp (240 mm ² /200 A)	326	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi$ =	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

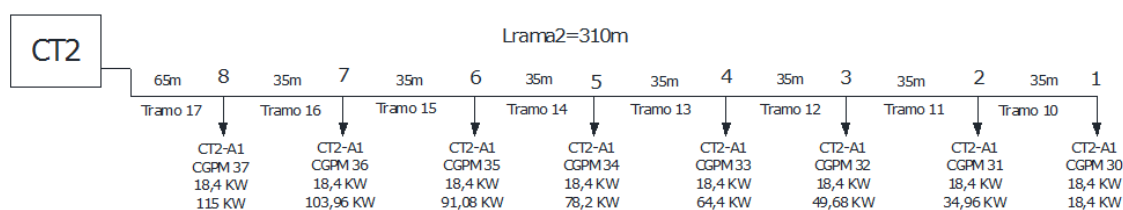
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 22	1	0,065	115	0,742	0,742
CGPM 23	2	0,035	103,96	0,361	1,104
CGPM 24	3	0,035	91,08	0,317	1,420
CGPM 25	4	0,035	78,2	0,272	1,692
CGPM 26	5	0,035	64,4	0,224	1,916
CGPM 27	6	0,035	49,68	0,173	2,089
CGPM 28	7	0,035	34,96	0,122	2,210
CGPM 29	8	0,035	18,4	0,064	2,274

$\Delta U(\%)$ acum.=	2,274	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.2.1.2 CT2. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ KW}$

- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ KW}$
 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ KW}$
 7) $P_7 = 11,3 \times 9,2 = 103,96 \text{ KW}$
 8) $P_8 = 12,5 \times 9,2 = 115 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 6 ternas de cables (4 de BT y 2 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,76$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 31.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,76$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	115,000	kW

Intensidad (I_b)=	184,43	A
K(agrup.)=	0,76	
Itabla (I'_b)=	242,67	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	258,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,714	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'_z$	Fusible 200 A
$1,6 \times 200 < 1,45 \times 258,4$	
$320 < 374,68$	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$184,43 < 200 < 258,4$	

Lrama	310	m
Lp (240 mm ² /200 A)	326	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

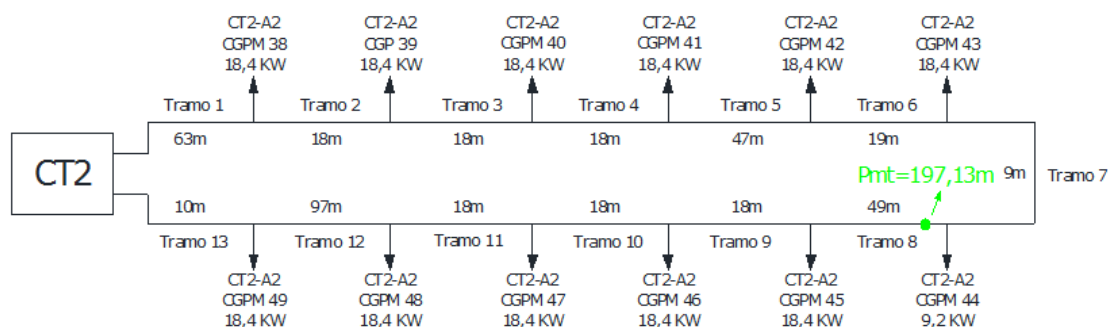
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGPM 37	1	0,065	115	0,742	0,742
CGPM 36	2	0,035	103,96	0,361	1,104
CGPM 35	3	0,035	91,08	0,317	1,420
CGPM 34	4	0,035	78,2	0,272	1,692
CGPM 33	5	0,035	64,4	0,224	1,916
CGPM 32	6	0,035	49,68	0,173	2,089
CGPM 31	7	0,035	34,96	0,122	2,210
CGPM 30	8	0,035	18,4	0,064	2,274

ΔU(%) acum.	2,274	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.2.2 CT2. Anillo 2



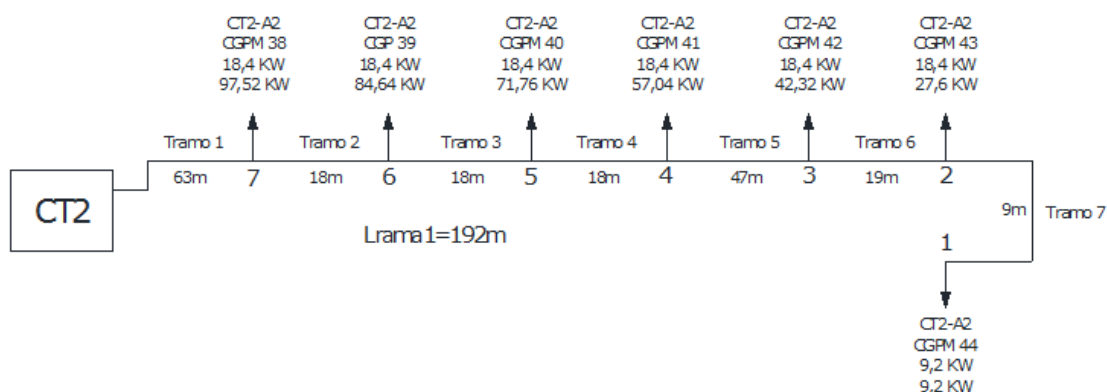
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 38	1	63	63	18,4	1159,2
CGPM 39	2	18	81	18,4	1490,4
CGPM 40	3	18	99	18,4	1821,6
CGPM 41	4	18	117	18,4	2152,8
CGPM 42	5	47	164	18,4	3017,6
CGPM 43	6	19	183	18,4	3367,2
CGPM 44	7	9	192	9,2	1766,4
CGPM 45	8	49	241	18,4	4434,4
CGPM 46	9	18	259	18,4	4765,6
CGPM 47	10	18	277	18,4	5096,8
CGPM 48	11	18	295	18,4	5428
CGPM 49	12	97	392	18,4	7212,8
	13	10	402		

LONG.ANILLO	402	m
PT	211,6	kW
Pmt	197,13	m

2.1.3.2.2.1 CT2. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 1 \times 9,2 = 9,2 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3 \times 9,2 = 27,6 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 4,6 \times 9,2 = 42,32 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 6,2 \times 9,2 = 57,04 \text{ KW}$
- 5) $P_5 = 7,8 \times 9,2 = 71,76 \text{ KW}$
- 6) $P_6 = 9,2 \times 9,2 = 84,64 \text{ KW}$
- 7) $P_7 = 10,6 \times 9,2 = 97,52 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 6 ternas de cables (4 de BT y 2 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,76$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 31.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,76$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	97,52	kW

Intensidad (I_b)=	156,40	A
K(agrup.)=	0,76	
Itabla (I'_b)=	205,79	A
S=	150	mm ²
Iconductor (I_z)=	260	A
Icorregida (I'_z)=	197,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,791	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'_z$	Fusible 160A
$1,6 \times 160 < 1,45 \times 197,6$	
$256 < 286,52$	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$156,39 < 160 < 197,6$	

$L_p(150 \text{ mm}^2/160 \text{ A}) =$	280	m
$L_{rama} =$	192	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,206	Ω/km
X=	0,075	Ω/km
$\tan \phi =$	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,1515	

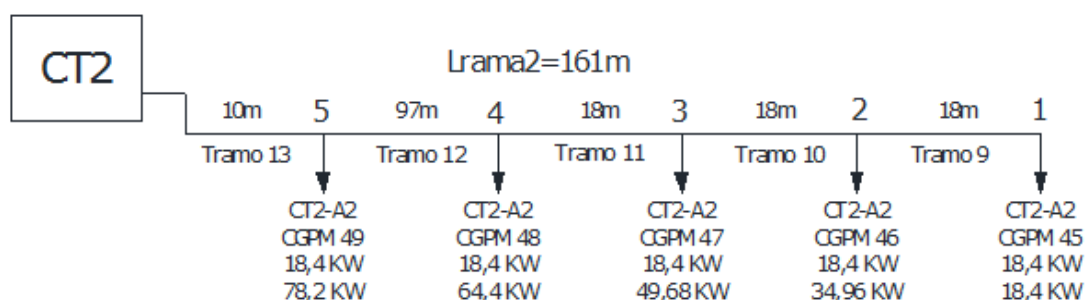
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 38	1	0,063	97,52	0,930	0,930
CGPM 39	2	0,018	84,64	0,231	1,161
CGPM 40	3	0,018	71,76	0,196	1,357
CGPM 41	4	0,018	57,04	0,155	1,512
CGPM 42	5	0,047	42,32	0,301	1,814
CGPM 43	6	0,019	27,6	0,079	1,893
CGPM 44	7	0,009	9,2	0,013	1,906

$\Delta U(\%)$ acum.	1,906	<5 %
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x150 mm²+1x95 mm² Fusible: NH1 160 A; Lp= 280m

2.1.3.2.2.2 CT2. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ KW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 6 ternas de cables (4 de BT y 2 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,76$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 31.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,76$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	78,20	kW

Intensidad (I _b)=	125,41	A
K(agrup.)=	0,76	
I _{tabla} (I' _b)=	165,018	A
S=	150	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	260	A
I _{corregida} (I' _z)=	197,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,63	OK
-------	------	----

I _f = 1,6xI _n < = 1,45I' _z	Fusible 160 A
1,6x160 < = 1,45x197,6	
256 < = 286,52	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
125,41 < 160 < 197,6	

L _p (150 mm ² /160 A)=	280	m
L _{rama} =	161	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,206	Ω/km
X=	0,075	Ω/km
tgφ=	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,1515	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 49	1	0,01	78,2	0,118	0,118
CGPM 48	2	0,097	64,4	0,946	1,065
CGPM 47	3	0,018	49,68	0,135	1,200
CGPM 46	4	0,018	34,96	0,095	1,295
CGPM 45	5	0,018	18,4	0,050	1,345

$\Delta U(\%)$ acum.	1,345	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x150 mm²+1x95 mm² Fusible: NH1 160 A; Lp= 280m

2.1.3.3 Cálculo de los Anillos del CT3

El CT3 será un CT de tipo miniBLOK y alimentará a 2 anillos de baja tensión. **PLANO 16**

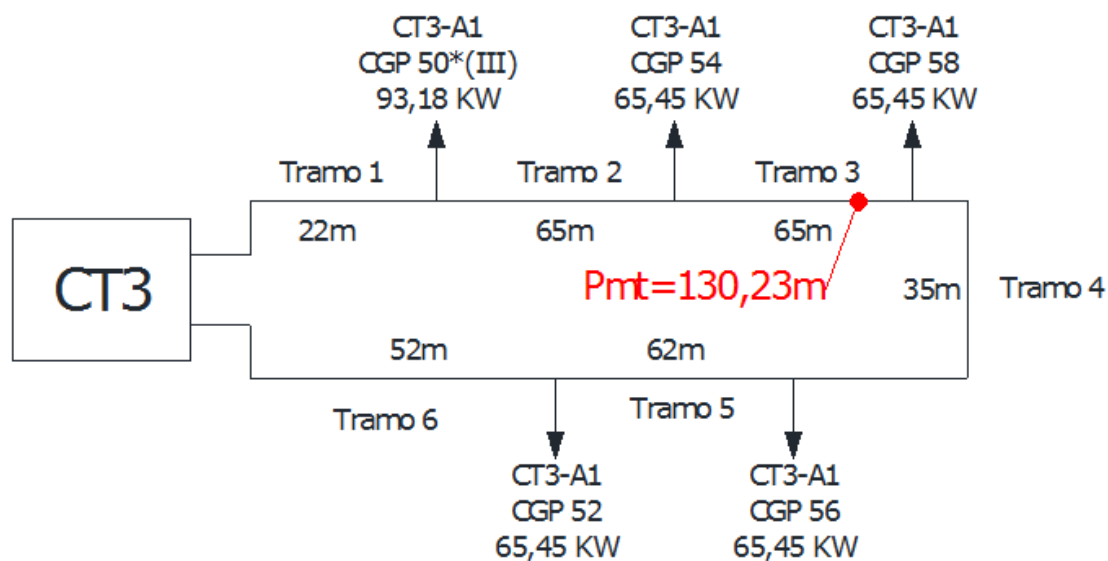
2.1.3.3.1 CT3. Anillo 1

1) Cálculo del punto de mínima tensión:

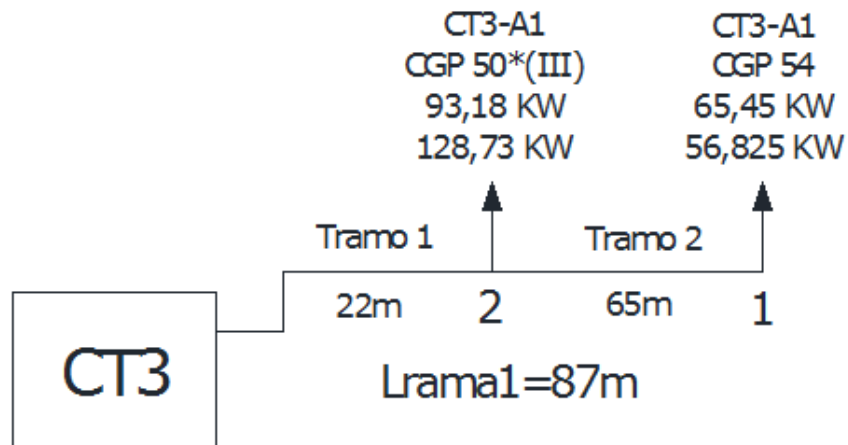
$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 50* (III)	1	22	22	93,18	2049,96
CGP 54	2	65	87	65,45	5694,15
CGP 58	3	65	152	65,45	9948,4
CGP 56	4	35	187	65,45	12239,15
CGP 52	5	62	249	65,45	16297,05
	6	52	301		

LONG. ANILLO	301	m
PT	354,98	kW
Pmt	130,229	m



2.1.3.3.1.1 CT3. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 27,73 = 128,73 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 32.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (III)	27,73	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	43,63	kW
Pacum.	128,73	kW

Intensidad (I_b)=	206,451	A
$K(\text{agrup.})=$	0,81	
$I_{\text{tabla}} (I' b)=$	254,9	A
$S=$	240	mm ²
$I_{\text{conductor}} (I_z)=$	340	A
$I_{\text{corregida}} (I' z)=$	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I' z} < 0,9$$

f.d.c	0,750	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I' z$	Fusible 250A
$1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 \leq 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I' z$	OK
$206,45 < 250 < 275,4$	

$L_p(240 \text{ mm}^2/250A)=$	247	m
$L_{\text{rama}}=$	87	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

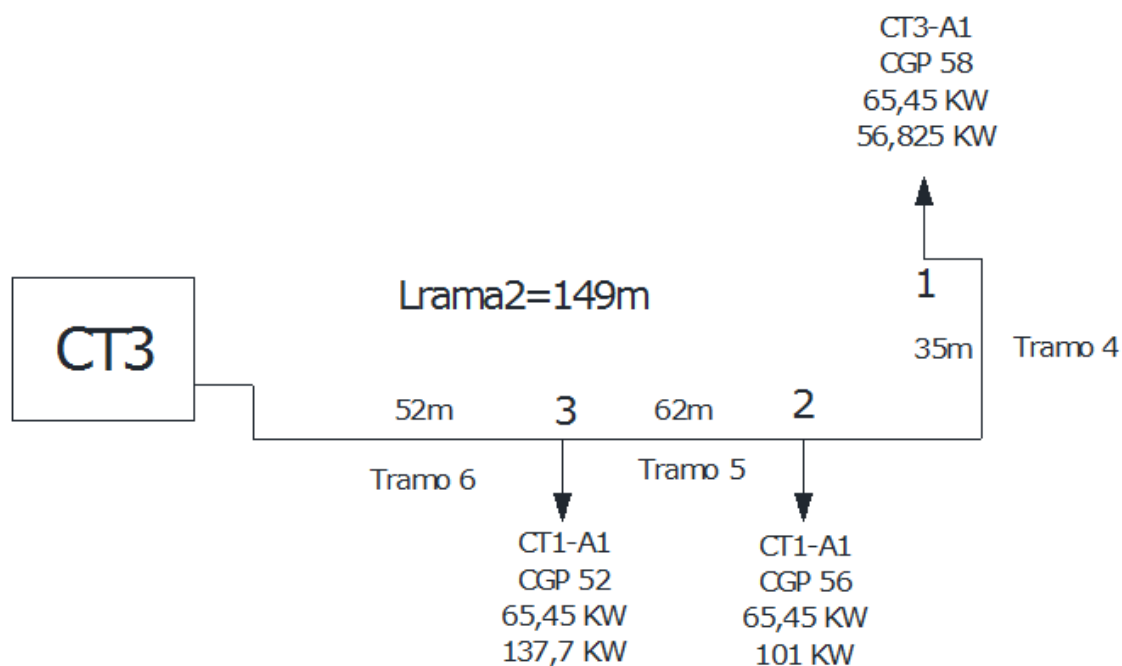
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 50*(III)	1	0,022	128,73	0,281	0,281
CGP 54	2	0,065	56,825	0,367	0,648

$\Delta U(\%)$ acum.	0,648	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.3.1.2 CT3. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 19,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 137,7 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 32.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	137,700	kW

Intensidad (I_b)=	220,84	A
$K(\text{agrup.})$ =	0,81	
Intabla (I'_b)=	272,64	A
S =	240	mm ²
$I_{\text{conductor}} (I_z)$ =	340	A
$I_{\text{corregida}} (I'_z)$ =	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,802	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'_z$	Fusible 250 A
$1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 < 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$220,83 < 250 < 275,4$	

$L_p (240 \text{ mm}^2/250A)$ =	247	m
L_{rama}	149	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \phi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \phi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

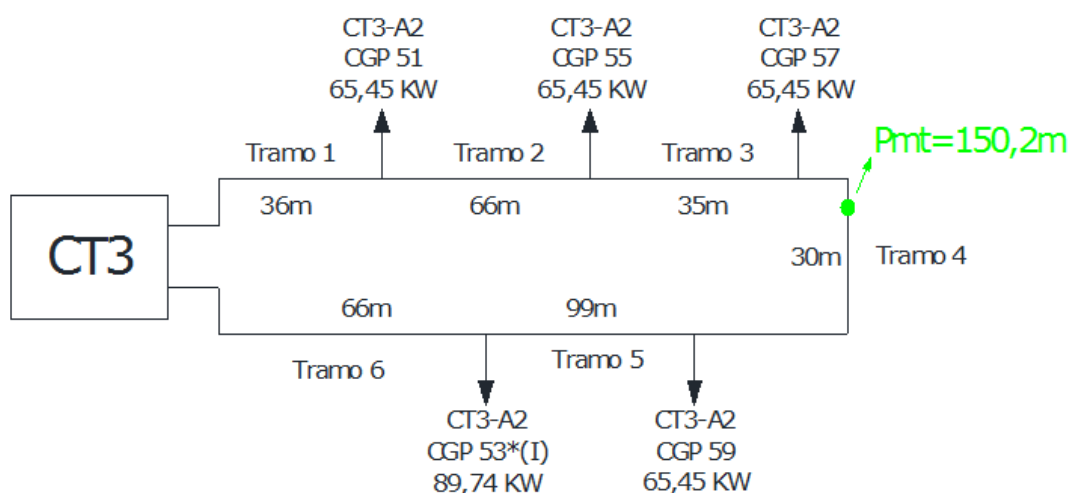
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGP 52	1	0,052	137,7	0,711	0,711
CGP 56	2	0,062	101	0,622	1,333
CGP 58	3	0,035	56,825	0,198	1,531

ΔU(%) acum.	1,531	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.3.2 CT3. Anillo 2



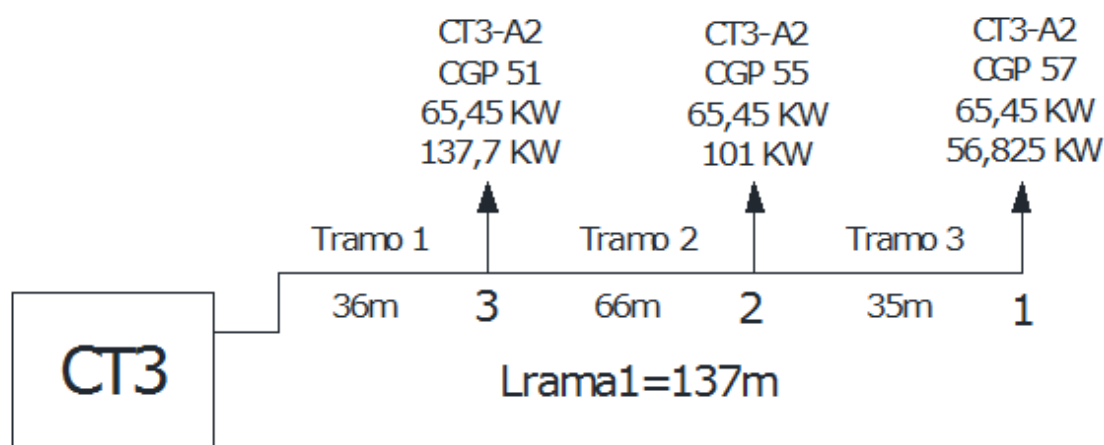
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 51	1	36	36	65,45	2356,2
CGP 55	2	66	102	65,45	6675,9
CGP 57	3	35	137	65,45	8966,65
CGP 59	4	30	167	65,45	10930,15
CGP 53*(I)	5	99	266	89,74	23870,84
	6	66	332		

LONG. ANILLO	332	m
PT	351,54	kW
Pmt	150,20	m

2.1.3.3.2.1 CT3. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 19,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 137,7 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 32.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	137,700	kW

Intensidad (I _b)=	220,84	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	272,64	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,80	OK
-------	------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45I' _z	Fusible 250 A
1,6x250<=1,45x275,4	
400<=399,33	ADMISIBLE

I _b < I _n < I' _z	OK
220,83 < 250 < 275,4	

L _p (240 mm ² /250 A)=	247	m
L _{rama} =	137	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

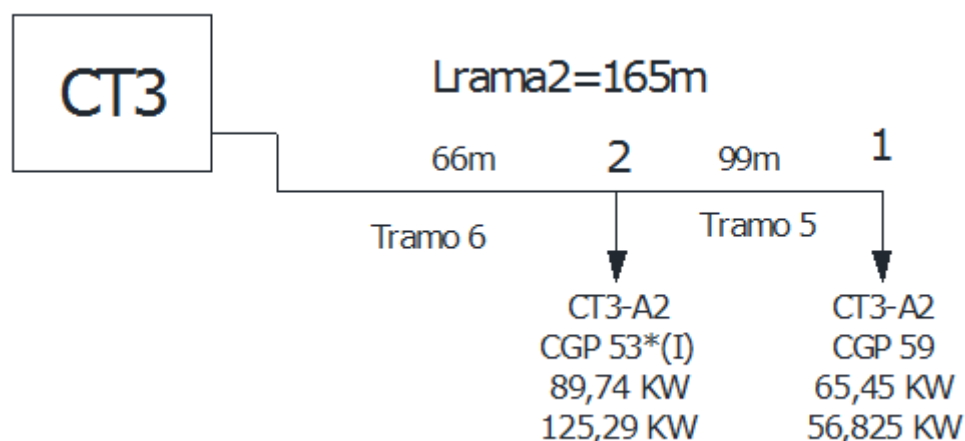
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 51	1	0,036	137,7	0,492	0,492
CGP 55	2	0,066	101	0,662	1,154
CGP 57	3	0,035	56,825	0,198	1,352

$\Delta U(\%)$ acum.	1,352	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.3.2.2 CT3. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 24,29 = 125,29 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser Ka=0,81 para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 32.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a K_T = 0,81.

Garaje (I)	24,29	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	40,19	kW
Pacum.	125,29	kW

Intensidad (I _b)=	200,93	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	248,07	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,730	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 250 A
1,6x250<=1,45x275,4	
400<=399,33	ADMISIBLE

I _b < I _n < I' _z	OK
200,93 < 250 < 275,4	

L _p (240 mm ² /250 A)=	247	m
L _{rama} =	165	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 53*(I)	1	0,066	125,29	0,821	0,821
CGP 59	2	0,099	56,825	0,559	1,380

$\Delta U(\%)$ acum.	1,380	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.4 Cálculo de los Anillos del CT4

El CT4 será un CT de tipo miniBLOK y alimentará a 2 anillos de BT. **PLANO 17**

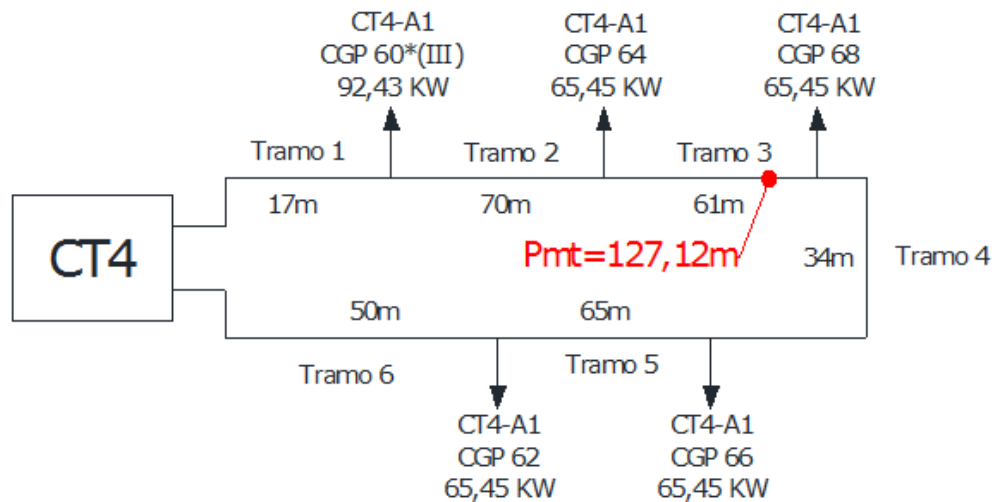
2.1.3.4.1 CT4. Anillo 1

1) Cálculo del punto de mínima tensión:

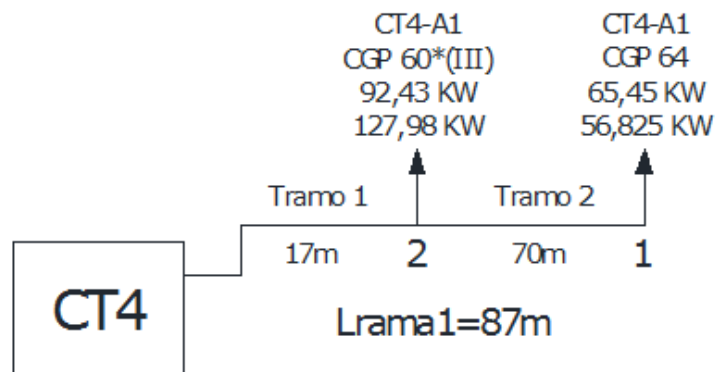
$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 60*(III)	1	17	17	92,43	1571,31
CGP 64	2	70	87	65,45	5694,15
CGP 68	3	61	148	65,45	9686,6
CGP 66	4	34	182	65,45	11911,9
CGP 62	5	65	247	65,45	16166,15
	6	50	297		

LONG. ANILLO	297	m
PT	354,23	kW
Pmt	127,12	m



2.1.3.4.1.1 CT4. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 26,98 = 127,98 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de

400 mm. **PLANO 33.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (III)	26,98	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	42,88	kW
Pacum.	127,98	kW

Intensidad (I _b)=	205,248	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	253,39	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,745	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n < 1,45xI' _z	Fusible 250A
1,6x250 < 1,45x275,4	
400 < 399,33	ADMISIBLE

I _b < I _n < I' _z	OK
205,24 < 250 < 275,4	

L _p (240mm ² /250A)=	247	m
L _{rama} =	87	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

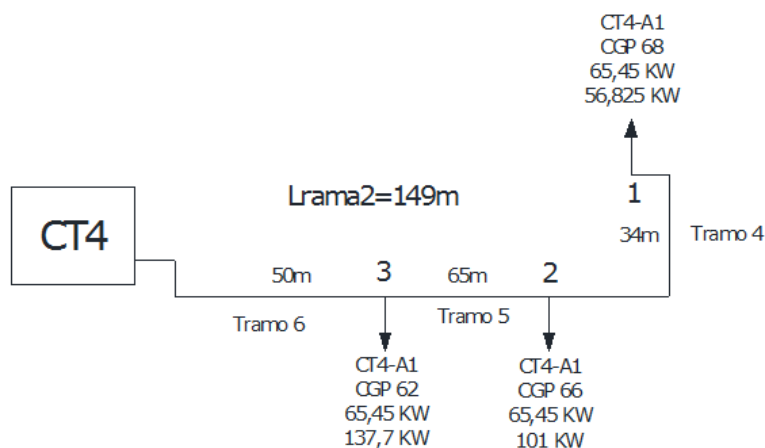
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 60*(III)	1	0,017	127,98	0,216	0,216
CGP 64	2	0,07	56,825	0,395	0,611

$\Delta U(\%)$ acum.	0,611	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.4.1.2 CT4. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 19,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 137,7 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \qquad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 33**. Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	137,700	kW

Intensidad (I_b)=	220,84	A
$K(\text{agrup.})$ =	0,81	
$I_{\text{tabla}} (I'_b)$ =	272,64	A
S =	240	mm ²
$I_{\text{conductor}} (I_z)$ =	340	A
$I_{\text{corregida}} (I'_z)$ =	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,802	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'_z$	Fusible 250A
$1,6 \times 250 < 1,45 \times 275,4$	
$400 < 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$220,83 < 250 < 275,4$	

$L_p(240\text{mm}^2/250\text{A})$ =	247	m
L_{rama} =	149	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \phi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \phi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi$ =	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

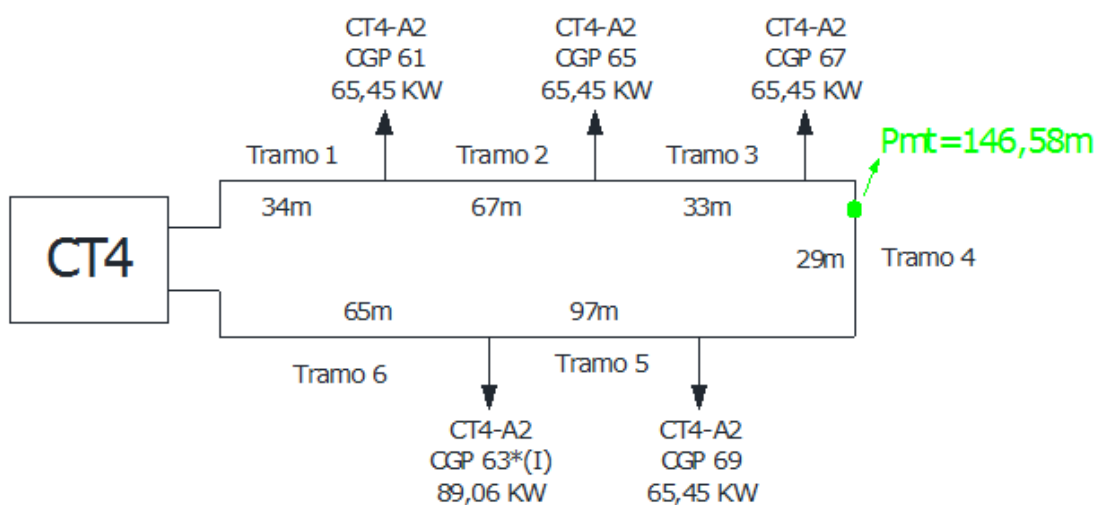
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 62	1	0,05	137,7	0,684	0,684
CGP 66	2	0,065	101	0,652	1,336
CGP 68	3	0,034	56,825	0,192	1,528

$\Delta U(\%)$ acum.	1,528	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.4.2 CT4. Anillo 2



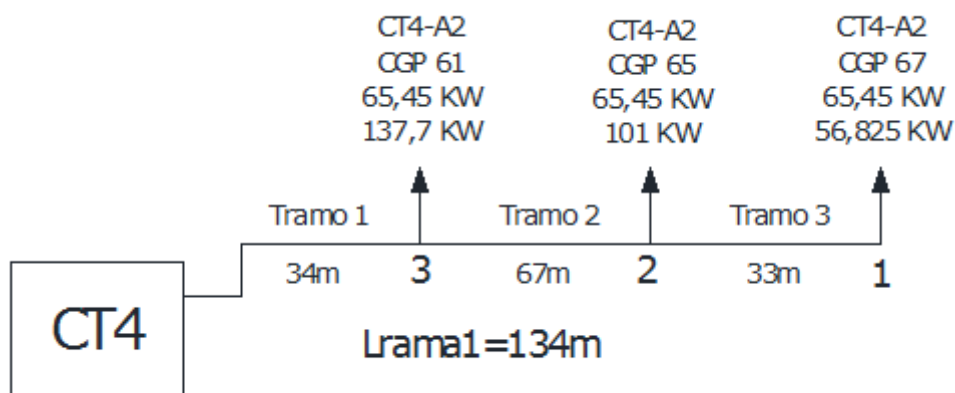
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 61	1	34	34	65,45	2225,3
CGP 65	2	67	101	65,45	6610,45
CGP 67	3	33	134	65,45	8770,3
CGP 69	4	29	163	65,45	10668,35
CGP 63*(I)	5	97	260	89,06	23155,6
	6	65	325		

LONG. ANILLO	325	m
PT	350,86	kW
Pmt	146,58	m

2.1.3.4.2.1 CT4. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 19,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 137,7 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 33**. Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	137,700	kW

Intensidad (I_b)=	220,84	A
$K(\text{agrup.})$ =	0,81	
Itabla (I'_b)=	272,64	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,802	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'_z$	Fusible 250A
$1,6 \times 250 < 1,45 \times 275,4$	
$400 < 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$220,84 < 250 < 275,4$	

$L_p(240\text{mm}^2/250\text{A})$ =	247	m
L_{rama} =	134	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan\varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan\varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

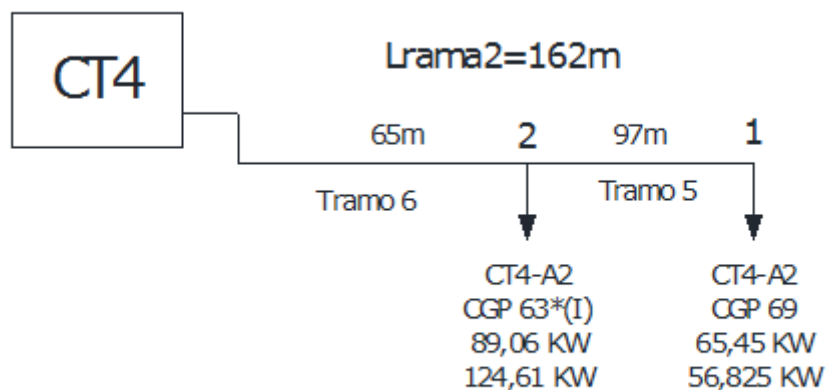
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 61	1	0,034	137,7	0,465	0,465
CGP 65	2	0,067	101	0,672	1,137
CGP 67	3	0,033	56,825	0,186	1,323

$\Delta U(\%)$ acum.	1,323	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.4.2.2 CT4. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$

2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 23,61 = 124,61 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \qquad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 33**. Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (I)	23,61	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	39,51	kW
Pacum.	124,61	kW

Intensidad (I_b)=	199,843	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	246,72	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,726	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'_z$	Fusible 200A
$1,6 \times 200 \leq 1,45 \times 275,4$	
320 < 399,33	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
199,84 < 200 < 275,4	

$L_p(240\text{mm}^2/200\text{A})=$	326	m
$L_{rama}=$	162	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \phi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \phi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGP 63*(I)	1	0,065	124,61	0,804	0,804
CGP 69	2	0,097	56,825	0,547	1,352

ΔU(%) acum.	1,352	<5%
OK		

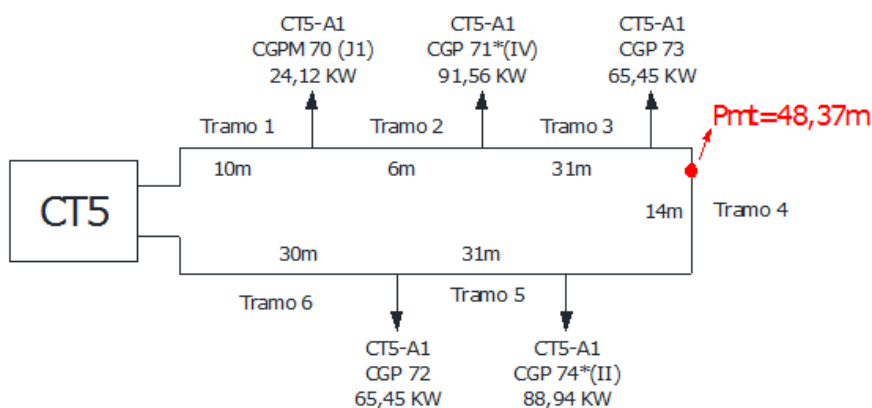
SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.5 Cálculo de los Anillos del CT5

El CT5 será un CT tipo miniBLOK que alimentará a 2 anillos de BT. **PLANO 18**

2.1.3.5.1 CT5. Anillo 1



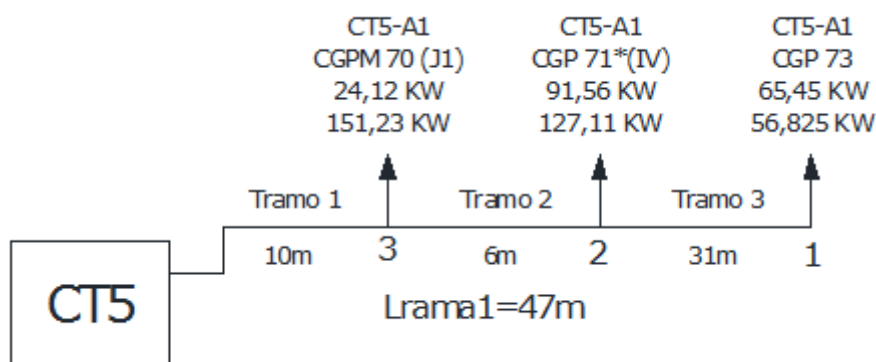
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 70 (J1)	1	10	10	24,12	241,2
CGP 71*(IV)	2	6	16	91,56	1464,96
CGP 73	3	31	47	65,45	3076,15
CGP 74*(II)	4	14	61	88,94	5425,34
CGP 72	5	31	92	65,45	6021,4
	6	30	122		

LONG. ANILLO	122	m
PT	335,52	kW
Pmt	48,37	m

2.1.3.5.1.1 CT5. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 26,11 = 127,11 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 26,11 + 24,12 = 151,23 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 34.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Jardin (J1)	24,12	kW
Garaje (IV)	26,11	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	66,13	kW
Pacum.	151,23	kW

Intensidad (I _b)=	242,54	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' b)=	299,43	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I' z} < 0,9$$

f.d.c	0,881	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' z	Fusible 250A
1,6x250<=1,45x275,4	
400<=399,33	ADMISIBLE

I _b <I _n <I' z	OK
242,53<250<275,4	

L _p (240mm ² /250A)=	247	m
L _{rama} =	47	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

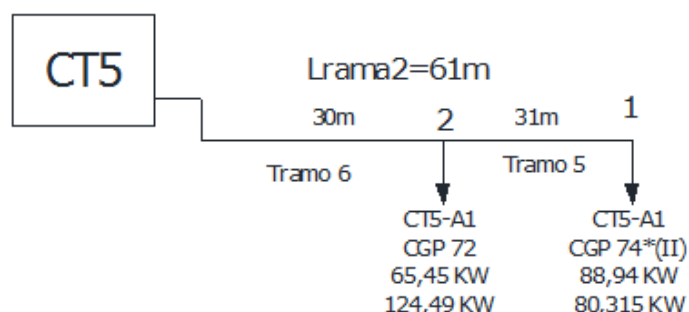
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 70 (J1)	1	0,01	151,23	0,150	0,150
CGP 71*(IV)	2	0,006	127,11	0,076	0,226
CGP 73	3	0,031	56,825	0,175	0,401

$\Delta U(\%)$ acum.	0,401	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.5.1.2 CT5. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) + 23,49 = 80,315 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 23,49 = 124,49 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de

400 mm. **PLANO 34.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (II)	23,49	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	39,39	kW
Pacum.	124,49	kW

Intensidad (I _b)=	199,651	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	246,48	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,725	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 200A
I _f =1,6x200<=1,45x275,4	
320<=399,33	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
199,651<200<275,4	

L _p (240mm ² /200A)=	326	m
L _{rama} =	61	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 72	1	0,03	124,49	0,371	0,371
CGP 74*(II)	2	0,031	80,315	0,247	0,618

$\Delta U(\%)$ acum.	0,618	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

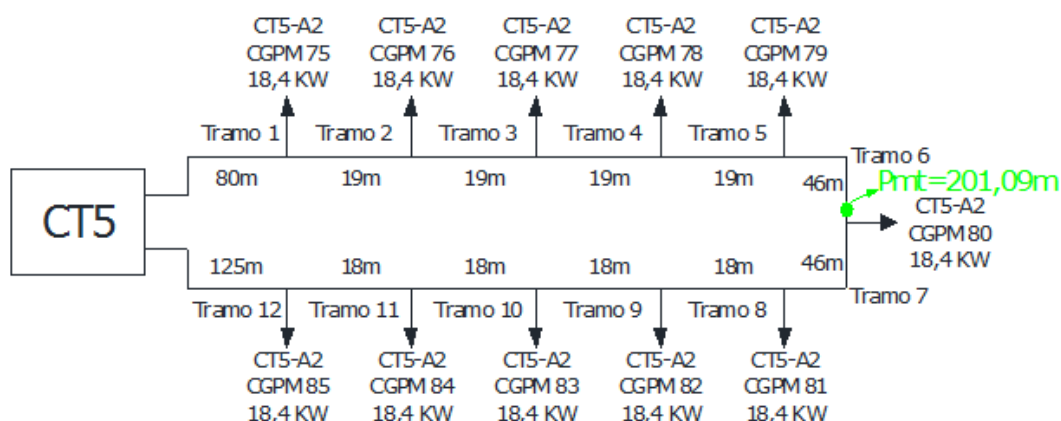
2.1.3.5.2 CT5. Anillo 2

1) Cálculo del punto de mínima tensión:

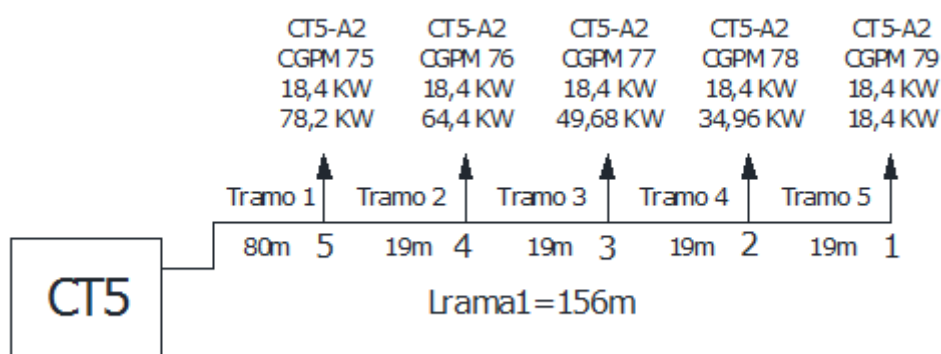
$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 75	1	80	80	18,4	1472
CGPM 76	2	19	99	18,4	1821,6
CGPM 77	3	19	118	18,4	2171,2
CGPM 78	4	19	137	18,4	2520,8
CGPM 79	5	19	156	18,4	2870,4
CGPM 80	6	46	202	18,4	3716,8
CGPM 81	7	46	248	18,4	4563,2
CGPM 82	8	18	266	18,4	4894,4
CGPM 83	9	18	284	18,4	5225,6
CGPM 84	10	18	302	18,4	5556,8
CGPM 85	11	18	320	18,4	5888
	12	125	445		

LONG. ANILLO	445	m
PT	202,4	kW
Pmt	201,09	m



2.1.3.5.2.1 CT5. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ KW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 34.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	78,20	kW

Intensidad (I _b)=	125,41	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	154,83	A
S=	150	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	260	A
I _{corregida} (I' _z)=	210,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,596	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 160 A
1,6x160<=1,45x210,6	
256<=305,37	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
125,413 < 160 < 210,6	

L _p (150 mm ² /160A)=	280	m
L _{rama} =	156	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,206	Ω/km
X=	0,075	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,1515	

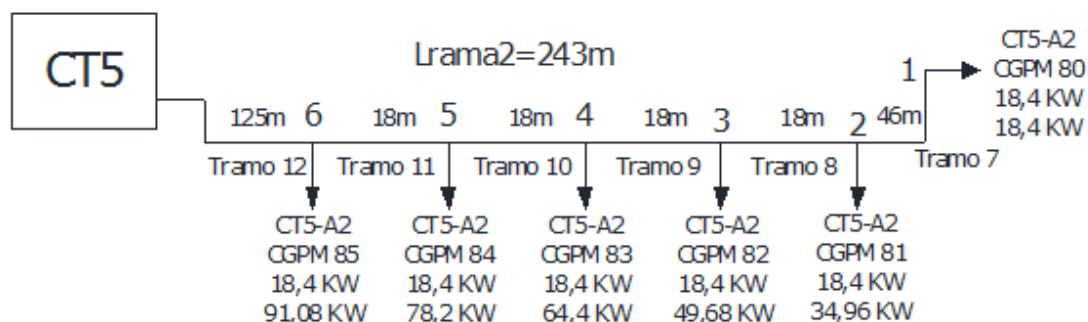
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 75	1	0,08	78,2	0,947	0,947
CGP 76	2	0,019	64,4	0,185	1,133
CGP 77	3	0,019	49,68	0,143	1,276
CGP 78	4	0,019	34,96	0,101	1,376
CGP 79	5	0,019	18,4	0,053	1,429

$\Delta U(\%)$ acum.	1,429	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x150 mm²+1x95 mm² Fusible: NH1 160 A; Lp= 280m

2.1.3.5.2.2 CT5. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ KW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ KW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 34.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	91,08	kW

Intensidad (I _b)=	146,07	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	180,33	A
S=	150	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	260	A
I _{corregida} (I' _z)=	210,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,694	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 160 A
1,6x160<=1,45x210,6	
256<=305,37	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
146,06 < 160 < 210,6	

L _p (150 mm ² /160A)=	280	m
L _{rama} =	243	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,206	Ω/km
X=	0,075	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,1515	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 85	1	0,125	91,08	1,724	1,724
CGPM 84	2	0,018	78,2	0,213	1,937
CGPM 83	3	0,018	64,4	0,176	2,113
CGPM 82	4	0,018	49,68	0,135	2,248
CGPM 81	5	0,018	34,96	0,095	2,344
CGPM 80	6	0,046	18,4	0,128	2,472

$\Delta U(\%)$ acum.	2,472	<5%
OK		

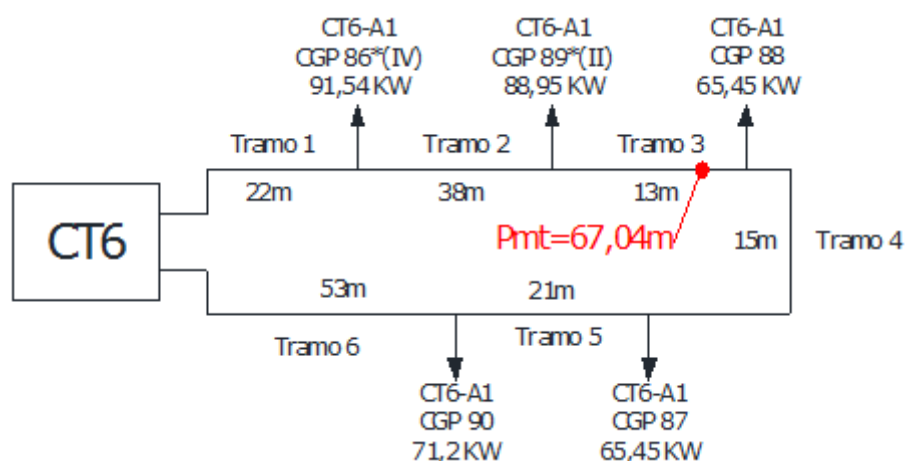
SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x150 mm²+1x95 mm² Fusible: NH1 160 A; Lp= 280m

2.1.3.6 Cálculo de los Anillos del CT6

El CT6 será un CT tipo miniBLOK que alimentará a 2 anillos de BT. **PLANO 19.**

2.1.3.6.1 CT6. Anillo 1



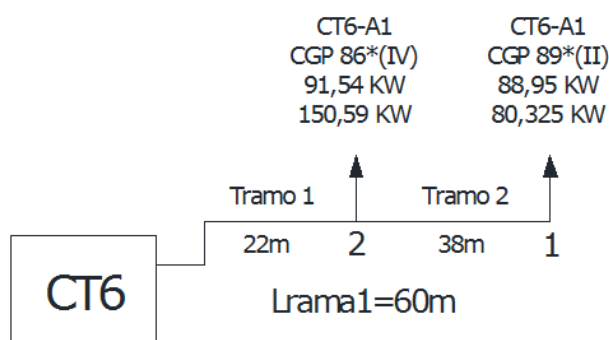
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 86*(IV)	1	22	22	91,54	2013,88
CGP 89*(II)	2	38	60	88,95	5337
CGP 88	3	13	73	65,45	4777,85
CGP 87	4	15	88	65,45	5759,6
CGP 90	5	21	109	71,2	7760,8
	6	53	162		

LONG. ANILLO	162	m
PT	382,59	kW
Pmt	67,04	m

2.1.3.6.1.1 CT6. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) + 23,5 = 80,325 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 23,5 + 26,09 = 150,59 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 35.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (II)	23,5	kW
Garaje (IV)	26,09	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	65,49	kW
Pacum.	150,59	kW

Intensidad (I _b)=	241,51	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	298,16	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,877	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 250A
1,6x250<=1,45x275,4	
400<=399,33	ADMISIBLE

I _b <I _n <I' _z	OK
241,51<250<275,4	

L _p (240mm ² /250A)=	247	m
L _{rama} =	60	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

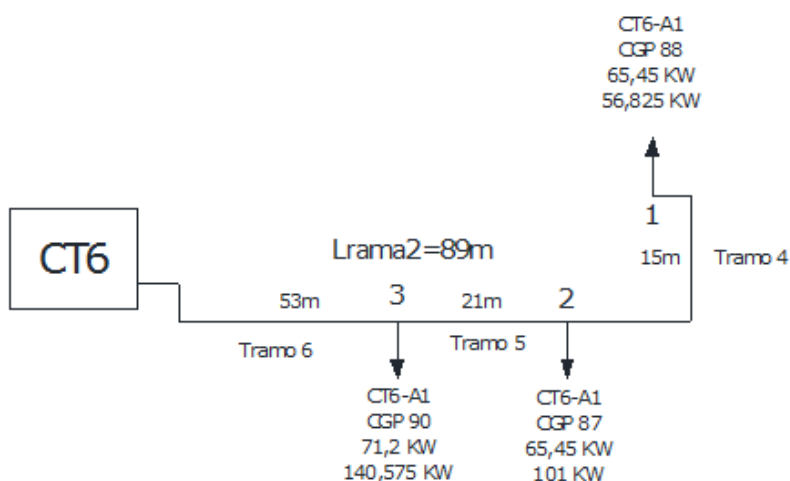
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 86*(IV)	1	0,022	150,59	0,329	0,329
CGP 89*(II)	2	0,038	80,325	0,303	0,632

$\Delta U(\%)$ acum.	0,632	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.6.1.2 CT6. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 20,3 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 140,575 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser Ka=0,81 para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 35.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a K_T = 0,81.

Asc. y S.G.	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	140,575	kW

Intensidad (I _b)=	225,45	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	278,33	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,819	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 250 A
I _f =1,6x250<=1,45x275,4	
400<=399,33	ADMISIBLE

I _b < I _n < I' _z	OK
225,44 < 250 < 275,4	

L _p (240mm ² /250A)=	247	m
L _{rama} =	89	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \phi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \phi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 90	1	0,053	140,575	0,740	0,740
CGP 87	2	0,021	101	0,211	0,951
CGP 88	3	0,015	56,825	0,085	1,035

$\Delta U(\%)$ acum.	1,035	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

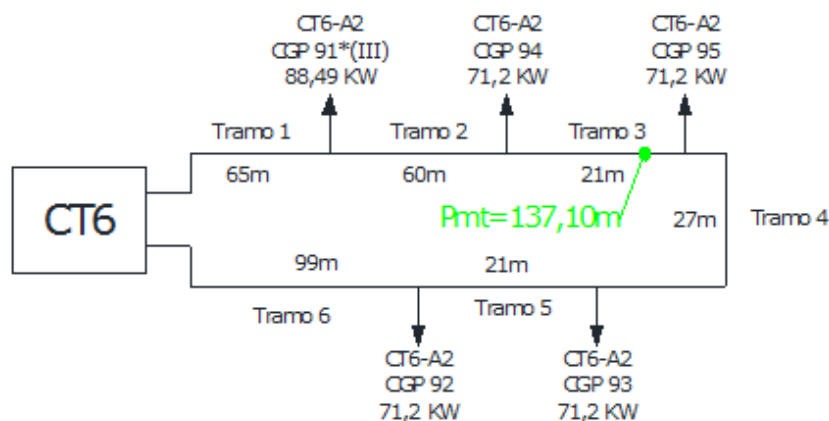
2.1.3.6.2 CT6. Anillo 2

1) Cálculo del punto de mínima tensión:

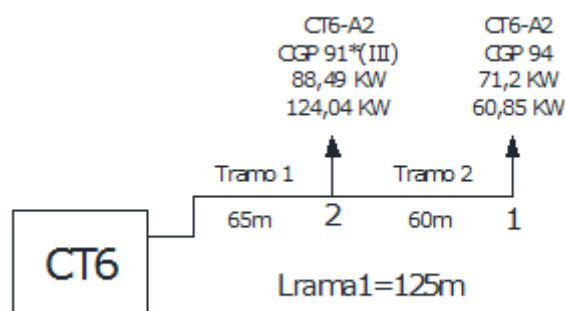
$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 91*(III)	1	65	65	88,49	5751,85
CGP 94	2	60	125	71,2	8900
CGP 95	3	21	146	71,2	10395,2
CGP 93	4	27	173	71,2	12317,6
CGP 92	5	21	194	71,2	13812,8
	6	99	293		

LONG. ANILLO	293	m
PT	373,29	kW
Pmt	137,10	m



2.1.3.6.2.1 CT6. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 15,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 17,29 = 124,04 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 35.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje III	17,29	kW
ASC y S.GEN	15,9	kW
Pot. Aux.	33,19	kW
Pacum.	124,04	kW

Intensidad (I_b)=	198,93	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	245,59	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,722	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 200 A
$1,6 \times 200 \leq 1,45 \times 275,4$	
$320 \leq 399,33$	OK

$I_b < I_n < I'z$	OK
$198,92 < 200 < 275,4$	

$L_p(240 \text{ mm}^2/200A)=$	326	m
$L_{rama}=$	125	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi =$	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

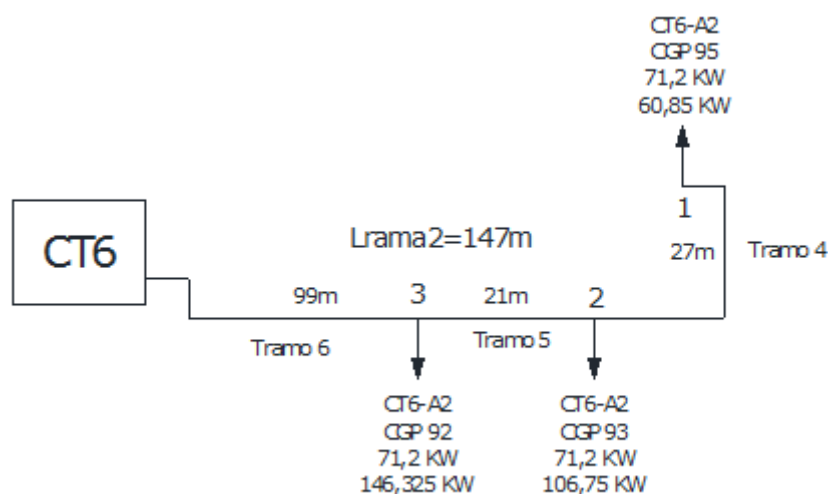
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 91*(III)	1	0,065	124,04	0,801	0,801
CGP 94	2	0,06	60,85	0,363	1,163

$\Delta U(\%)$ acum.	1,163	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.6.2.2 CT6. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 15,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 106,75 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 21,3 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 146,325 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 35.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

ASC y S.GEN	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	146,325	kW

Intensidad (I_b)=	234,67	A
$K(\text{agrup.})=$	0,81	
$I_{\text{tabla}} (I'_b)=$	289,71	A
$S=$	240	mm ²
$I_{\text{conductor}} (I_z)=$	340	A
$I_{\text{corregida}} (I'_z)=$	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,852	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 250 A
$1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 \leq 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'z$	OK
$234,66 < 250 < 275,4$	

$L_p(240 \text{ mm}^2/250\text{A})=$	247	m
$L_{rama}=$	147	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi=$	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 92	1	0,099	146,325	1,439	1,439
CGP 93	2	0,021	106,75	0,223	1,661
CGP 95	3	0,027	60,85	0,163	1,824

$\Delta U(\%)$ acum.	1,824	<5%
OK		

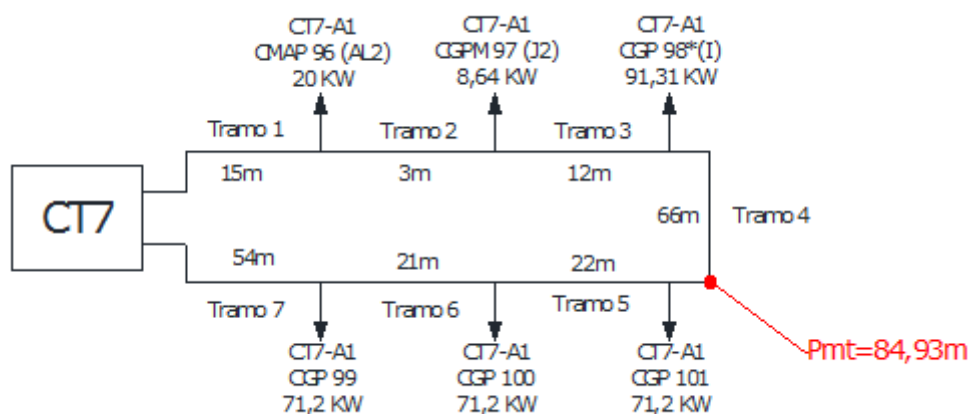
SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.7 Cálculo de los Anillos del CT7

El CT7 será un CT tipo miniBLOK que alimentará a 2 anillos de BT. **PLANO 20.**

2.1.3.7.1 CT7. Anillo 1



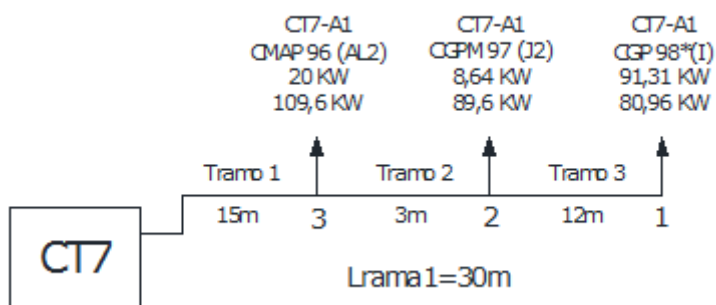
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CMAP 96 (AL2)	1	15	15	20	300
CGPM 97 (J2)	2	3	18	8,64	155,52
CGP 98*(I)	3	12	30	91,31	2739,3
CGP 101	4	66	96	71,2	6835,2
CGP 100	5	22	118	71,2	8401,6
CGP 99	6	21	139	71,2	9896,8
	7	54	193		

LONG. ANILLO	193	m
PT	333,55	kW
Pmt	84,93	m

2.1.3.7.1.1 CT7. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) + 20,11 = 80,96 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) + 20,11 + 8,64 = 89,6 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 20,11 + 8,64 + 20 = 109,6 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 36**. Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (I)	20,11	kW
JARDIN 2 (J2)	8,64	kW
AL2	20	kW
Asc. y S.G.	7,95	
Pot. Aux.	56,7	kW
Pacum.	109,60	kW

Intensidad (I_b)=	175,77	A
$K(\text{agrup.})$ =	0,81	
Intabla (I'_b)=	217,00	A
S =	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,638	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 200A
$1,6 \times 200 \leq 1,45 \times 275,4$	
$320 \leq 399,33$	OK

$I_b < I_n < I'z$	OK
$175,77 < 200 < 275,4$	

$L_p(240\text{mm}^2/200\text{A}) =$	326	m
$L_{rama} =$	30	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi =$	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

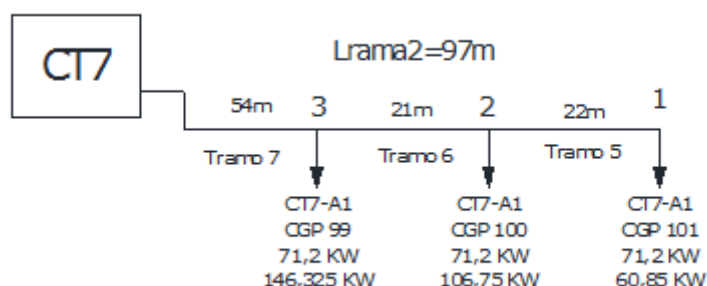
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CMAP 96 (AL2)	1	0,015	109,6	0,163	0,163
CGPM 97 (J2)	2	0,003	89,6	0,027	0,190
CGP 98*(I)	3	0,012	80,96	0,096	0,286

$\Delta U(\%)$ acum.	0,286	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.7.1.2 CT7. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 15,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 106,75 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 21,3 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 146,325 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 36.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$

Asc. y S.G.	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	146,325	kW

Intensidad (I_b)=	234,669	A
$K(\text{agrup.})=$	0,81	
$I_{\text{tabla}} (I'_b)=$	289,71	A
$S=$	240	mm ²
$I_{\text{conductor}} (I_z)=$	340	A
$I_{\text{corregida}} (I'_z)=$	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,852	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 250 A
$I_f = 1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 \leq 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'z$	OK
$234,66 < 250 < 275,4$	

$L_p(240\text{mm}^2/250\text{A}) =$	247	m
$L_{rama} =$	97	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi =$	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

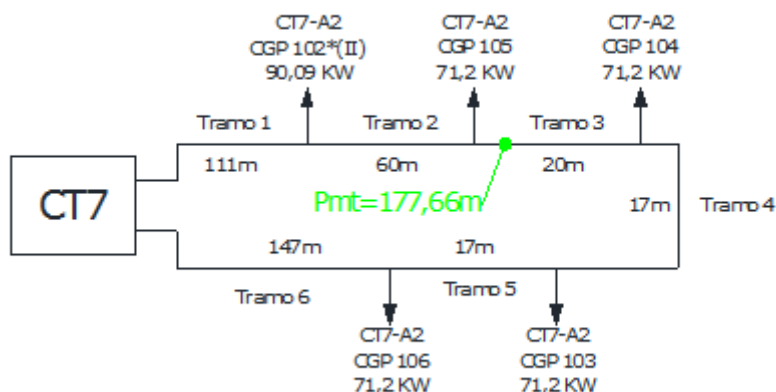
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 99	1	0,054	146,325	0,785	0,785
CGP 100	2	0,021	106,75	0,223	1,007
CGP 101	3	0,022	60,85	0,133	1,140

$\Delta U(\%)$ acum.	1,140	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.7.2 CT7. Anillo 2



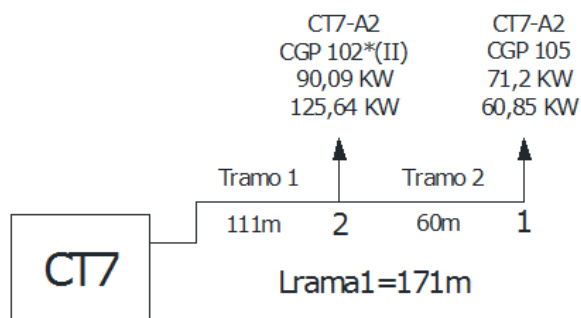
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 102*(II)	1	111	111	90,09	9999,99
CGP 105	2	60	171	71,2	12175,2
CGP 104	3	20	191	71,2	13599,2
CGP 103	4	17	208	71,2	14809,6
CGP 106	5	17	225	71,2	16020
	6	147	372		

LONG. ANILLO	372	m
PT	374,89	kW
Pmt	177,663	m

2.1.3.7.2.1 CT7. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

$$1) P_1 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ KW}$$

$$2) P_2 = 15,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 18,89 = 125,64 \text{ KW}$$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser Ka=0,81 para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 36.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a K_T = 0,81

Garaje II	18,89	kW
ASC y S.GEN	15,9	kW
Pot. Aux.	34,79	kW
Pacum.	125,64	kW

Intensidad (I _b)=	201,50	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	248,76	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,732	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 250A
1,6x250<=1,45x275,4	
400<=399,33	ADMISIBLE

I _b < I _n < I' _z	OK
201,49 < 250 < 275,4	

L _p (240 mm ² /250A)=	247	m
L _{rama} =	171	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

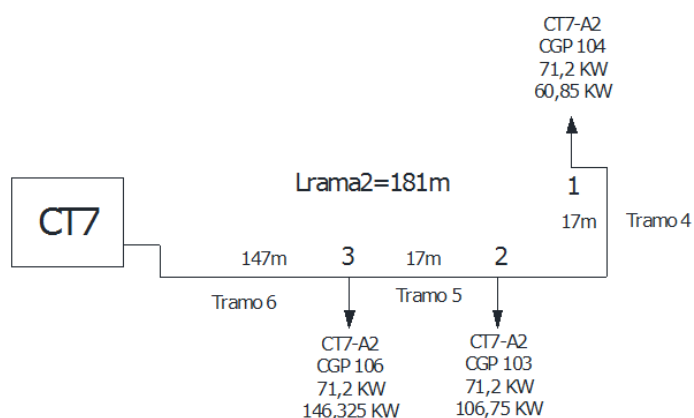
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGP 102*(II)	1	0,111	125,64	1,385	1,385
CGP 105	2	0,06	60,85	0,363	1,748

ΔU(%) acum.	1,748	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.7.2.2 CT7. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 15,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 106,75 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 21,3 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 146,325 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 36.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$

ASC y S.GEN	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	146,33	kW

Intensidad (I_b)=	234,67	A
$K(\text{agrup.})=$	0,81	
$I_{\text{tabla}} (I'_b)=$	289,71	A
$S=$	240	mm ²
$I_{\text{conductor}} (I_z)=$	340	A
$I_{\text{corregida}} (I'_z)=$	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,852	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'_z$	Fusible 250 A
$1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 \leq 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$234,66 < 250 < 275,4$	

$L_p(240 \text{ mm}^2/250A)=$	247	m
$L_{\text{rama}}=$	181	m
OK		

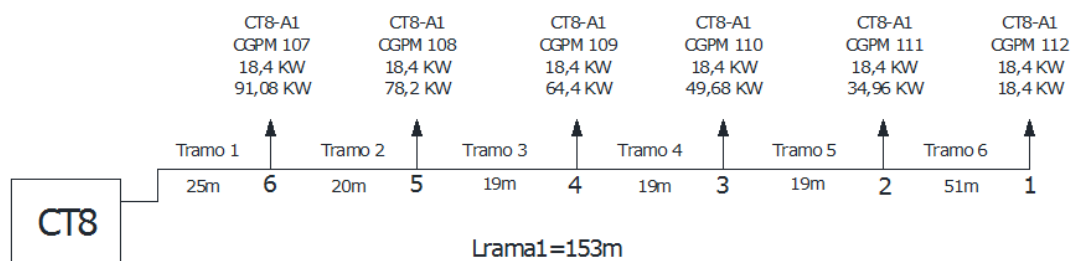
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 107	1	25	25	18,4	460
CGPM 108	2	20	45	18,4	828
CGPM 109	3	19	64	18,4	1177,6
CGPM 110	4	19	83	18,4	1527,2
CGPM 111	5	19	102	18,4	1876,8
CGPM 112	6	51	153	18,4	2815,2
CGPM 124	7	53	206	18,4	3790,4
CGPM 123	8	15	221	18,4	4066,4
CGPM 122	9	15	236	18,4	4342,4
CGPM 113	10	43	279	18,4	5133,6
CGPM 114	11	19	298	18,4	5483,2
CGPM 115	12	19	317	18,4	5832,8
CGPM 116	13	19	336	18,4	6182,4
CGPM 117	14	19	355	18,4	6532
	15	75	430		

LONG. ANILLO	430	m
PT	257,6	kW
Pmt	194,29	m

2.1.3.8.1.1 CT8. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ KW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ KW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 37**. Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	91,08	kW

Intensidad (I_b)=	146,07	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	180,33	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,530	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'_z$	Fusible 160 A
$1,6 \times 160 < 1,45 \times 275,4$	
$256 < 399,33$	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$146,6 < 160 < 275,4$	

Lrama=	153	m
Lp (240 mm ² /160 A)=	429	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

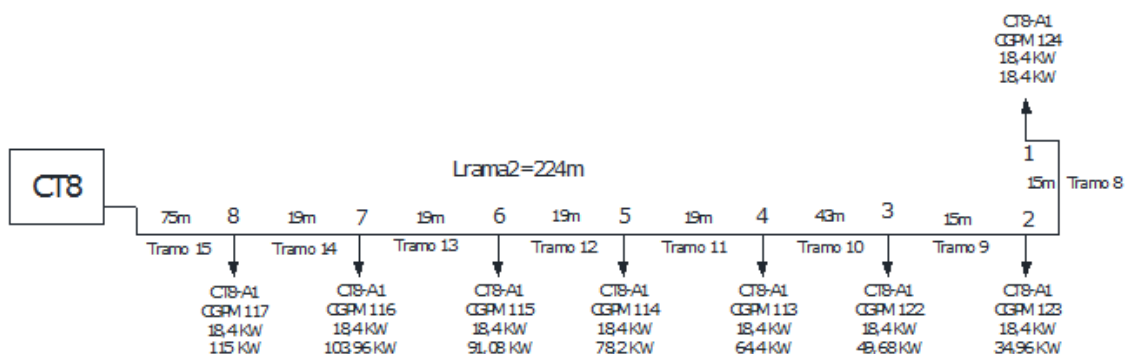
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGPM 107	1	0,025	91,08	0,226	0,226
CGPM 108	2	0,02	78,2	0,155	0,381
CGPM 109	3	0,019	64,4	0,122	0,503
CGPM 110	4	0,019	49,68	0,094	0,597
CGPM 111	5	0,019	34,96	0,066	0,663
CGPM 112	6	0,051	18,4	0,093	0,756

ΔU(%) acum.	0,756	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 160 A; Lp= 429m

2.1.3.8.1.2 CT8. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 11,3 \times 9,2 = 103,96 \text{ kW}$
- 8) $P_8 = 12,5 \times 9,2 = 115 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 37.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	115,00	kW

Intensidad (I_b)=	184,43	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	227,69	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'z} < 0,9$$

f.d.c	0,670	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'z$	Fusible 200 A
$1,6 \times 200 < 1,45 \times 275,4$	
$320 < 399,33$	OK

$I_b < I_n < I'z$	OK
$184,43 < 200 < 275,4$	

Lrama=	224	m
Lp (240 mm ² /200 A)=	326	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

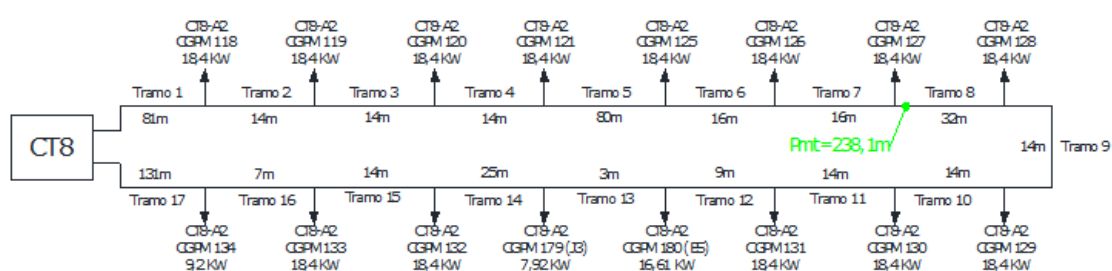
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGPM 117	1	0,075	115	0,857	0,857
CGPM 116	2	0,019	103,96	0,196	1,053
CGPM 115	3	0,019	91,08	0,172	1,225
CGPM 114	4	0,019	78,2	0,148	1,372
CGPM 113	5	0,019	64,4	0,122	1,494
CGPM 122	6	0,043	49,68	0,212	1,706
CGPM 123	7	0,015	34,96	0,052	1,758
CGPM 124	8	0,015	18,4	0,027	1,785

$\Delta U(\%)$ acum.	1,785	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.8.2 CT8. Anillo 2



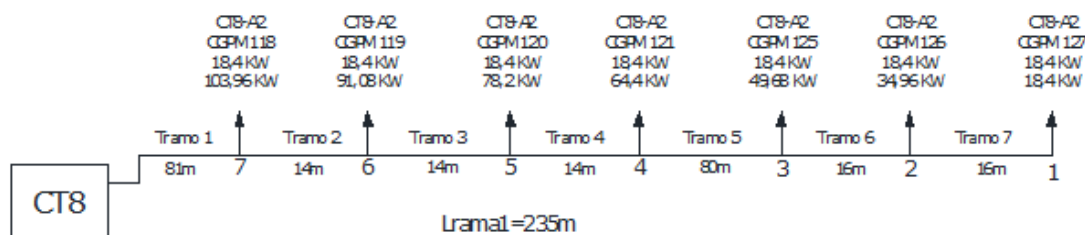
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 118	1	81	81	18,4	1490,4
CGPM 119	2	14	95	18,4	1748
CGPM 120	3	14	109	18,4	2005,6
CGPM 121	4	14	123	18,4	2263,2
CGPM 125	5	80	203	18,4	3735,2
CGPM 126	6	16	219	18,4	4029,6
CGPM 127	7	16	235	18,4	4324
CGPM 128	8	32	267	18,4	4912,8
CGPM 129	9	14	281	18,4	5170,4
CGPM 130	10	14	295	18,4	5428
CGPM 131	11	14	309	18,4	5685,6
CGPM 180 (ES)	12	9	318	16,61	5281,98
CGPM 179 (J3)	13	3	321	7,92	2542,32
CGPM 132	14	25	346	18,4	6366,4
CGPM 133	15	14	360	18,4	6624
CGPM 134	16	7	367	9,2	3376,4
	17	131	498		

LONG. ANILLO	498	m
PT	272,93	kW
Pmt	238,10	m

2.1.3.8.2.1 CT8. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 11,3 \times 9,2 = 103,96 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a = 0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 37.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	103,96	kW

Intensidad (I_b)=	166,73	A
$K(\text{agrup.})$ =	0,81	
$I_{\text{tabla}} (I'_b)$ =	205,83	A
S =	240	mm ²
$I_{\text{conductor}} (I_z)$ =	340	A
$I_{\text{corregida}} (I'_z)$ =	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'z} < 0,9$$

f.d.c	0,605	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'z$	Fusible 200 A
$1,6 \times 200 < 1,45 \times 275,4$	
$320 < 399,33$	OK

$I_b < I_n < I'z$	OK
$166,72 < 200 < 275,4$	

$L_p(240 \text{ mm}^2/200 \text{ A})=$	326	m
$L_{rama}=$	235	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi=$	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

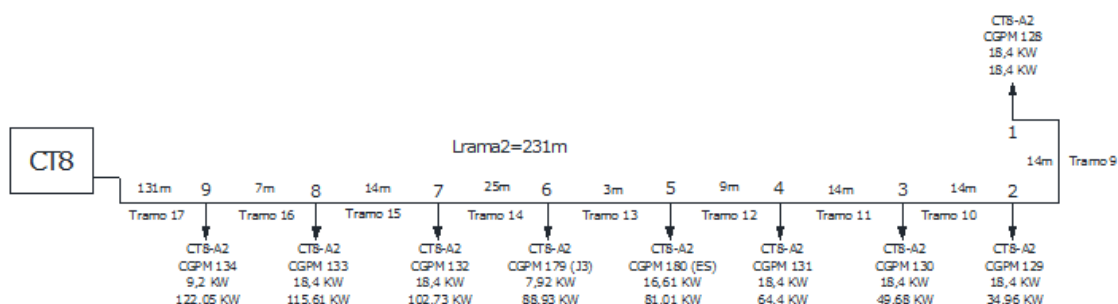
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 118	1	0,081	103,96	0,836	0,836
CGPM 119	2	0,014	91,08	0,127	0,963
CGPM 120	3	0,014	78,2	0,109	1,072
CGPM 121	4	0,014	64,4	0,090	1,161
CGPM 125	5	0,08	49,68	0,395	1,556
CGPM 126	6	0,016	34,96	0,056	1,611
CGPM 127	7	0,016	18,4	0,029	1,641

$\Delta U(\%)$ acum.	1,641	<5 %
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.8.2.2 CT8. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 7 \times 9,2 + 16,61 = 81,01 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 7 \times 9,2 + 16,61 + 7,92 = 88,93 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 8,5 \times 9,2 + 16,61 + 7,92 = 102,73 \text{ kW}$
- 8) $P_8 = 9,9 \times 9,2 + 16,61 + 7,92 = 115,61 \text{ kW}$
- 9) $P_9 = 10,6 \times 9,2 + 16,61 + 7,92 = 122,05 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 37.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$

Equip. Soc (ES)	16,61	kW
Jardin 3 (J3)	7,92	kW
Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	24,53	kW
Pacum.	122,05	kW

Intensidad (I_b)=	195,74	A
K(agrup.)=	0,81	
Intensidad (I'_z)=	241,652	A
S=	240	mm ²
Intensidad (I_z)=	340	A
Intensidad corregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,71	OK
-------	------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < = 1,45 I'_z$	Fusible 200A
$1,6 \times 200 < = 1,45 \times 275,4$	
$320 < = 399,33$	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$195,73 < 200 < 275,4$	

$L_p (240 \text{ mm}^2/200 \text{ A})=$	326	m
$L_{rama}=$	231	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi=$	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 134	1	0,131	122,05	1,588	1,588
CGPM 133	2	0,007	115,61	0,080	1,668
CGPM 132	3	0,014	102,73	0,143	1,811
CGPM 179 (J3)	4	0,025	88,93	0,221	2,032
CGPM 180 (ES)	5	0,003	81,01	0,024	2,056
CGPM 131	6	0,009	64,4	0,058	2,114
CGPM 130	7	0,014	49,68	0,069	2,183
CGPM 129	8	0,014	34,96	0,049	2,231
CGPM 128	9	0,014	18,4	0,026	2,257

$\Delta U(\%)$ acum.	2,257	<5%
OK		

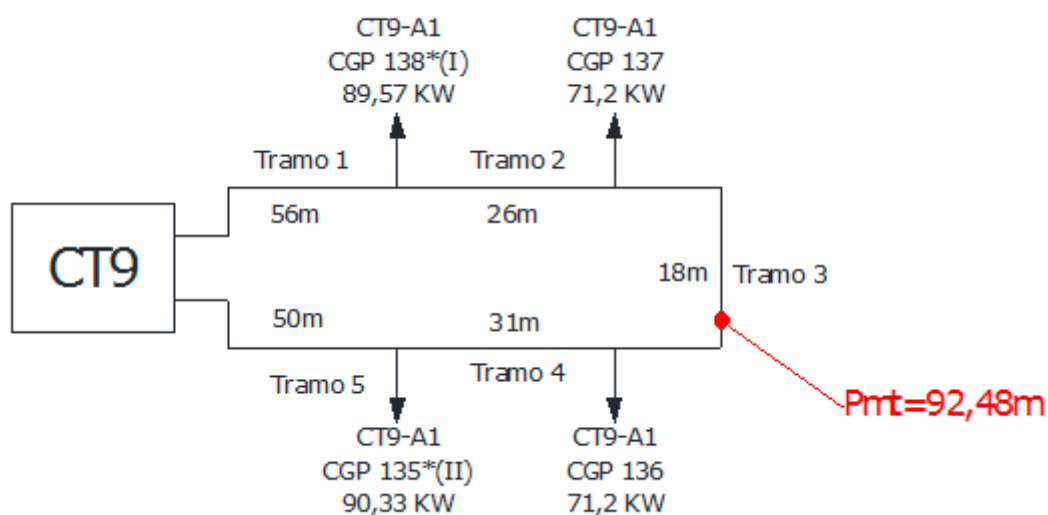
SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.9 Cálculo de los Anillos del CT9

El CT9 será un CT de tipo miniBLOK que alimentará a 2 anillos de BT. **PLANO 22.**

2.1.3.9.1 CT9. Anillo 1



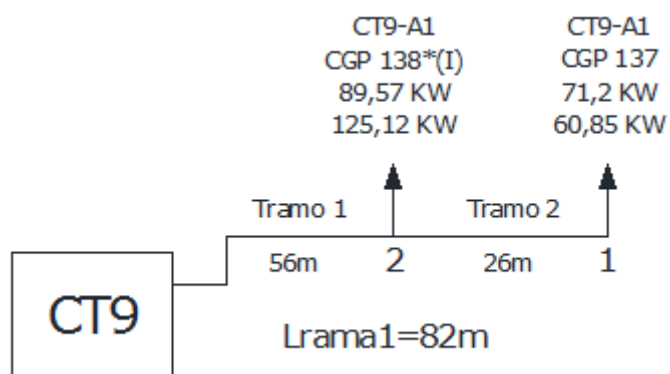
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 138*(I)	1	56	56	89,57	5015,92
CGP 137	2	26	82	71,2	5838,4
CGP 136	3	18	100	71,2	7120
CGP 135*(II)	4	31	131	90,33	11833,23
	5	50	181		

LONG. ANILLO	181	m
PT	322,3	kW
Pmt	92,48	m

2.1.3.9.1.1 CT9. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 15,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 18,37 = 125,12 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 38.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (I)	18,37	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	34,27	kW
Pacum.	125,12	kW

Intensidad (I_b)=	200,66	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	247,73	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,729	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'_z$	Fusible 250A
$1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 \leq 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$200,66 < 250 < 275,4$	

$L_p(240\text{mm}^2/250\text{A}) =$	247	m
$L_{rama} =$	82	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \varphi =$	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

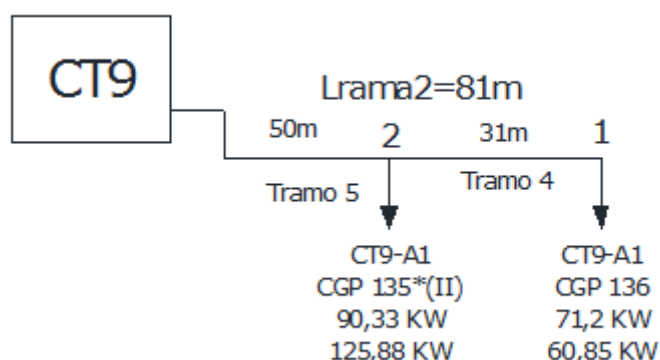
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 138*(I)	1	0,056	125,12	0,696	0,696
CGP 137	2	0,026	60,85	0,157	0,853

$\Delta U(\%)$ acum.	0,853	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.9.1.2 CT9. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 9,2 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 60,85 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 15,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 19,13 = 125,88 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 38**. Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje II	19,13	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	35,03	kW
Pacum.	125,88	kW

Intensidad (I_b)=	201,880	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	249,23	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,733	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 250 A
$I_f = 1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 \leq 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'z$	OK
$201,88 < 250 < 275,4$	

$L_p(240\text{mm}^2/250\text{A}) =$	247	m
$L_{rama} =$	81	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi =$	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

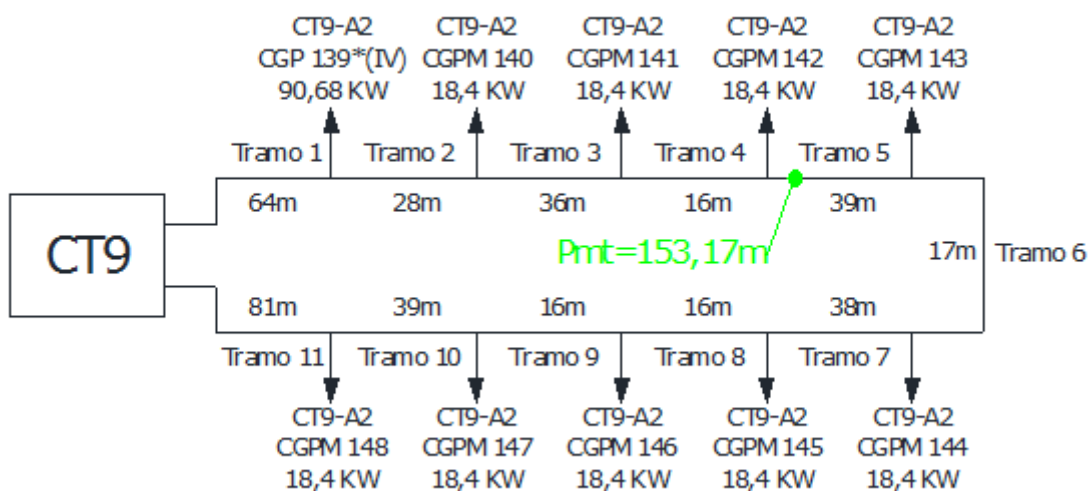
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 135*(II)	1	0,05	125,88	0,625	0,625
CGP 136	2	0,031	60,85	0,187	0,812

$\Delta U(\%)$ acum.	0,812	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.9.2 CT9. Anillo 2



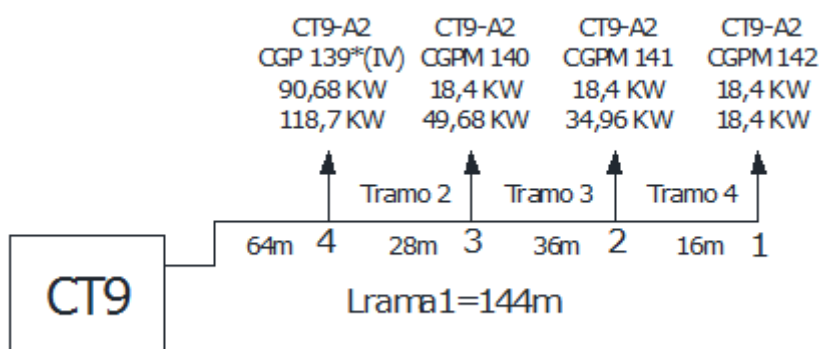
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 139*(IV)	1	64	64	90,68	5803,52
CGPM 140	2	28	92	18,4	1692,8
CGPM 141	3	36	128	18,4	2355,2
CGPM 142	4	16	144	18,4	2649,6
CGPM 143	5	39	183	18,4	3367,2
CGPM 144	6	17	200	18,4	3680
CGPM 145	7	38	238	18,4	4379,2
CGPM 146	8	16	254	18,4	4673,6
CGPM 147	9	16	270	18,4	4968
CGPM 148	10	39	309	18,4	5685,6
	11	81	390		

LONG. ANILLO	390	m
PT	256,28	kW
Pmt	153,17	m

2.1.3.9.2.1 CT9. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 13,1 \times \left(\frac{11 \times 5,75 + 6 \times 9,2}{17} \right) + (3,45 + 4,5) + 19,48 = 118,7 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 38.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje IV	19,48	kW
ASC y S.GEN	7,95	kW
Pot. Aux.	27,43	kW
Pacum.	118,71	kW

Intensidad (I _b)=	190,375	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	235,03	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'z} < 0,9$$

f.d.c	0,691	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 200 A
$1,6 \times 200 \leq 1,45 \times 275,4$	
$320 \leq 399,33$	OK

$I_b < I_n < I'z$	OK
$190,375 < 200 < 275,4$	

$L_p(240 \text{ mm}^2/200A)=$	326	m
$L_{rama}=$	144	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

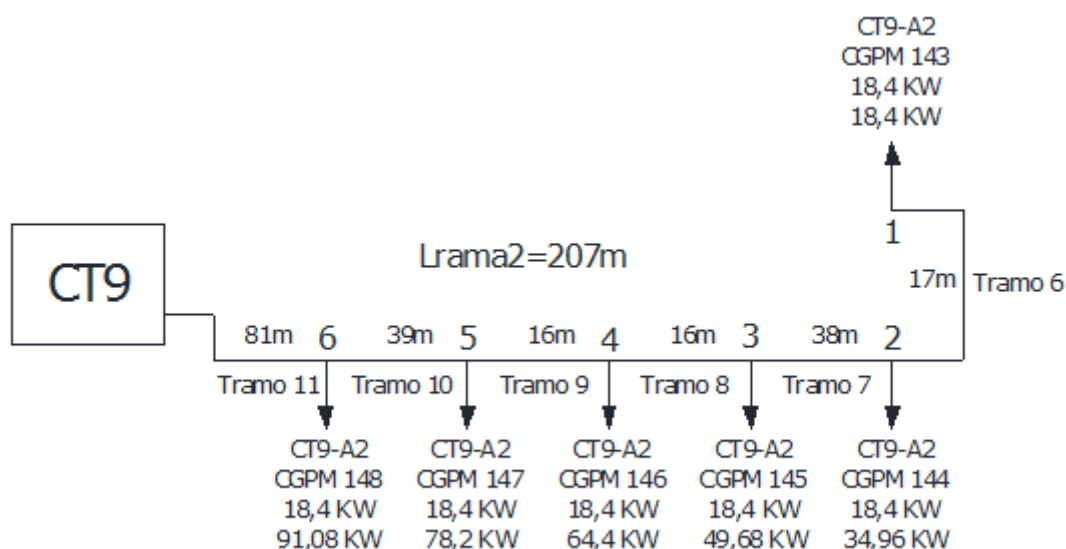
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGP 139*(IV)	1	0,064	118,706	0,755	0,755
CGPM 140	2	0,028	49,68	0,138	0,893
CGPM 141	3	0,036	34,96	0,125	1,018
CGPM 142	4	0,016	18,4	0,029	1,047

ΔU(%) acum.	1,047	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.9.2.2 CT9. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ KW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ KW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 38.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	91,08	kW

Intensidad (I _b)=	146,07	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	180,33	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,530	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 160 A
1,6x160<=1,45x275,4	
256<=399,33	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
146,07 < 160 < 275,4	

L _p (240 mm ² /160A)=	429	m
L _{rama} =	207	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

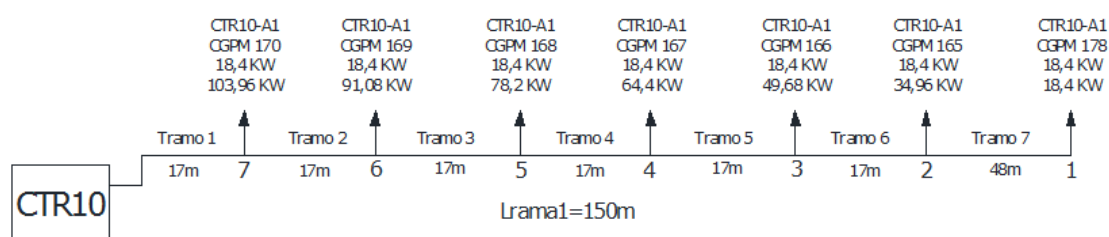
R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

ΔU(%) acum.	1,380	<5%
OK		

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 170	1	17	17	18,4	312,8
CGPM 169	2	17	34	18,4	625,6
CGPM 168	3	17	51	18,4	938,4
CGPM 167	4	17	68	18,4	1251,2
CGPM 166	5	17	85	18,4	1564
CGPM 165	6	17	102	18,4	1876,8
CGPM 178	7	48	150	18,4	2760
CGPM 177	8	19	169	18,4	3109,6
CGPM 176	9	37	206	9,2	1895,2
CGPM 175	10	17	223	18,4	4103,2
CGPM 174	11	17	240	18,4	4416
CGPM 173	12	17	257	18,4	4728,8
CGPM 172	13	17	274	18,4	5041,6
CGPM 171	14	28	302	18,4	5556,8
	15	74	376		

LONG. ANILLO	376	m
PT	248,4	kW
Pmt	153,70	m

2.1.3.10.1.1 CTR10. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 11,3 \times 9,2 = 103,96 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 7 ternas de cables (4 de BT+ 3 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,74$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 39.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,74$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	103,96	kW

Intensidad (I_b)=	166,73	A
K(agrup.)=	0,74	
Intabla (I'_b)=	225,31	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	251,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,663	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'_z$	Fusible 200 A
$1,6 \times 200 < 1,45 \times 251,6$	
$320 < 364,82$	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$166,72 < 200 < 251,6$	

Lrama=	150	m
Lp (240 mm ² /200 A)=	326	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan\varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan\varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

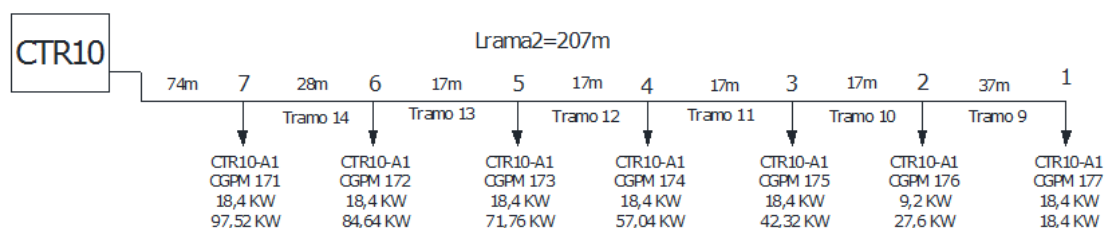
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 170	1	0,017	103,96	0,176	0,176
CGPM 169	2	0,017	91,08	0,154	0,329
CGPM 168	3	0,017	78,2	0,132	0,461
CGPM 167	4	0,017	64,4	0,109	0,570
CGPM 166	5	0,017	49,68	0,084	0,654
CGPM 165	6	0,017	34,96	0,059	0,713
CGPM 178	7	0,048	18,4	0,088	0,801

$\Delta U(\%)$ acum.	0,801	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.10.1.2 CTR10. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3 \times 9,2 = 27,6 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 4,6 \times 9,2 = 42,32 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 6,2 \times 9,2 = 57,04 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 7,8 \times 9,2 = 71,76 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 9,2 \times 9,2 = 84,64 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 10,6 \times 9,2 = 97,52 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 7 ternas de cables (4 de BT+ 3 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,74$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 39.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,74$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	97,52	kW

Intensidad (I_b)=	156,40	A
K(agrup.)=	0,74	
Intensidad (I'_b)=	211,35	A
S=	240	mm ²
Intensidad (I_z)=	340	A
Intensidad corregida (I'_z)=	251,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,622	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'_z$	Fusible 160 A
$1,6 \times 160 < 1,45 \times 251,6$	
256 < 364,82	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$156,39 < 160 < 251,6$	

Lrama=	207	m
Lp (240 mm ² /160 A)=	429	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan\varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan\varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 171	1	0,074	97,52	0,717	0,717
CGPM 172	2	0,028	84,64	0,235	0,952
CGPM 173	3	0,017	71,76	0,121	1,073
CGPM 174	4	0,017	57,04	0,096	1,170
CGPM 175	5	0,017	42,32	0,071	1,241
CGPM 176	6	0,017	27,6	0,047	1,288
CGPM 177	7	0,037	18,4	0,068	1,355

$\Delta U(\%)$ acum.	1,355	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 160 A; Lp= 429m

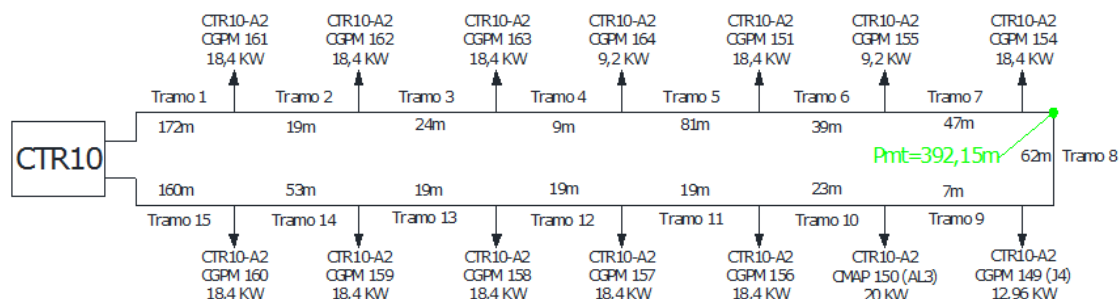
2.1.3.10.2 CTR10. Anillo 2

1) Cálculo del punto de mínima tensión:

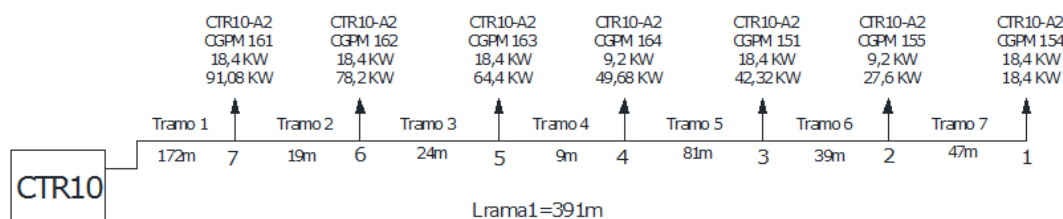
$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 161	1	172	172	18,4	3164,8
CGPM 162	2	19	191	18,4	3514,4
CGPM 163	3	24	215	18,4	3956
CGPM 164	4	9	224	9,2	2060,8
CGPM 151	5	81	305	18,4	5612
CGPM 155	6	39	344	9,2	3164,8
CGPM 154	7	47	391	18,4	7194,4
CGPM 149 (J4)	8	62	453	12,96	5870,88
CMAPI 150 (AL3)	9	7	460	20	9200
CGPM 156	10	23	483	18,4	8887,2
CGPM 157	11	19	502	18,4	9236,8
CGPM 158	12	19	521	18,4	9586,4
CGPM 159	13	19	540	18,4	9936
CGPM 160	14	53	593	18,4	10911,2
	15	160	753		

LONG. ANILLO	753	m
PT	235,36	kW
Pmt	392,15	m



2.1.3.10.2.1 CTR10. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3 \times 9,2 = 27,6 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 4,6 \times 9,2 = 42,32 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 7 ternas de cables (4 de BT+ 3 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,74$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 39.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,74$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	91,08	kW

Intensidad (I _b)=	146,07	A
K(agrupo.)=	0,74	
I _{tabla} (I' _b)=	197,39	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	251,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,581	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n < 1,45xI' _z	Fusible 160 A
1,6x160 < 1,45x251,6	
256 < 364,82	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
146,06 < 160 < 251,6	

L _p (240 mm ² /160 A)=	429	m
L _{rama} =	391	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

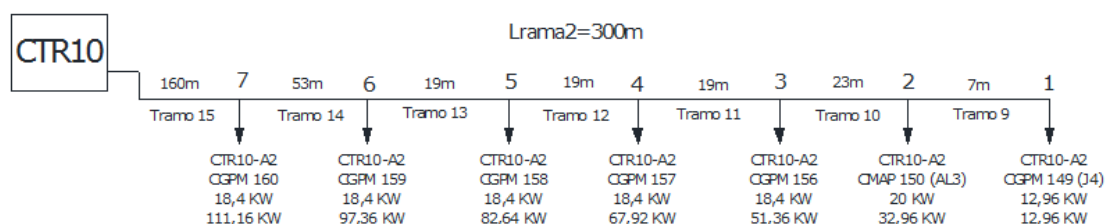
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 161	1	0,172	91,08	1,556	1,556
CGPM 162	2	0,019	78,2	0,148	1,703
CGPM 163	3	0,024	64,4	0,153	1,857
CGPM 164	4	0,009	49,68	0,044	1,901
CGPM 151	5	0,081	42,32	0,340	2,242
CGPM 155	6	0,039	27,6	0,107	2,349
CGPM 154	7	0,047	18,4	0,086	2,435

$\Delta U(\%)$ acum.	2,435	<5 %
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 160 A; Lp= 429m

2.1.3.10.2.2 CTR10. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 12,96 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 12,96 + 20 = 32,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 2 \times 9,2 + 12,96 + 20 = 51,36 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 3,8 \times 9,2 + 12,96 + 20 = 67,92 \text{ KW}$
- 5) $P_5 = 5,4 \times 9,2 + 12,96 + 20 = 82,64 \text{ KW}$
- 6) $P_6 = 7 \times 9,2 + 12,96 + 20 = 97,36 \text{ KW}$
- 7) $P_7 = 8,5 \times 9,2 + 12,96 + 20 = 111,16 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 7 ternas de cables (4 de BT+ 3 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,74$ para una separación entre ternas de

cables de 400 mm. **PLANO 39.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,74$.

AL3	20	kW
JARDIN 4 (J4)	12,96	kW
Pot. Aux.	32,96	kW
Pacum.	111,16	kW

Intensidad (I _b)=	178,27	A
K(agrup.)=	0,74	
I _{tabla} (I' _b)=	240,909	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	251,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,71	OK
-------	------	----

I _f = 1,6xI _n < = 1,45I' _z	Fusible 200A
1,6x200 < = 1,45x251,6	
320 < = 364,82	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
178,27 < 200 < 251,6	

L _p (240 mm ² /200 A)=	326	m
L _{rama} =	300	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\text{tg}\phi=$	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 160	1	0,16	111,16	1,766	1,766
CGPM 159	2	0,053	97,36	0,512	2,279
CGPM 158	3	0,019	82,64	0,156	2,435
CGPM 157	4	0,019	67,92	0,128	2,563
CGPM 156	5	0,019	51,36	0,097	2,660
CMAF 150 (AL3)	6	0,023	32,96	0,075	2,735
CGPM 149 (J4)	7	0,007	12,96	0,009	2,744

$\Delta U(\%)$ acum.	2,744	<5%
OK		

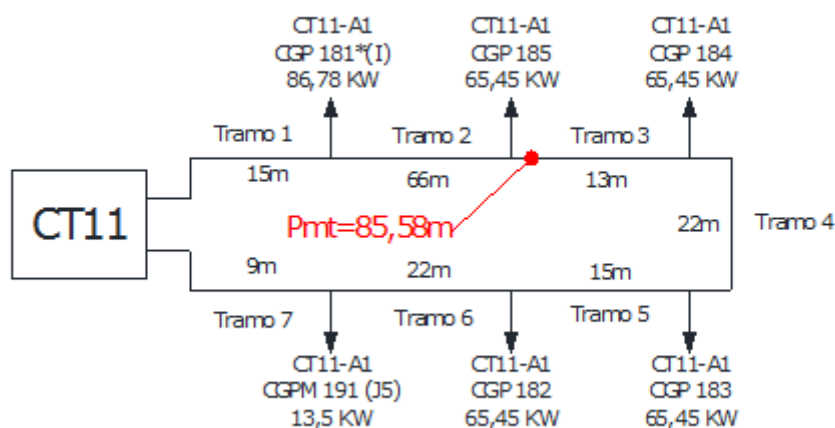
SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.11 Cálculo de los Anillos del CT11

El CT11 será un CT de tipo miniBLOK que alimentará a 2 anillos de BT. **PLANO 24**

2.1.3.11.1 CT11. Anillo 1



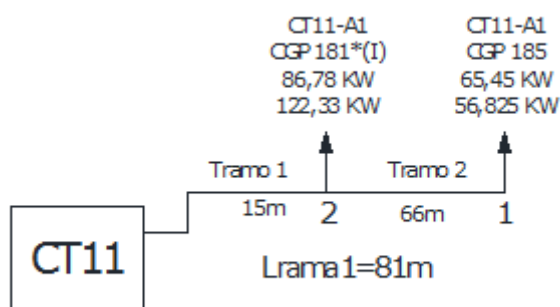
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 181*(I)	1	15	15	86,78	1301,7
CGP 185	2	66	81	65,45	5301,45
CGP 184	3	13	94	65,45	6152,3
CGP 183	4	22	116	65,45	7592,2
CGP 182	5	15	131	65,45	8573,95
CGPM 191 (J5)	6	22	153	13,5	2065,5
	7	9	162		

LONG. ANILLO	162	m
PT	362,08	kW
Pmt	85,58	m

2.1.3.11.1.1 CT11. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 29,33 = 122,33 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de

400 mm. **PLANO 40.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (I)	21,33	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	37,23	kW
Pacum.	122,33	kW

Intensidad (Ib)=	196,187	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'b)=	242,2	A
S=	240	mm ²
Iconductor (Iz)=	340	A
Icorregida (I'z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{Ib}{I'z} < 0,9$$

f.d.c	0,712	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI'z	Fusible 200A
1,6x200<=1,45x275,4	
320<=399,33	OK

I _b < I _n < I'z	OK
196,18 < 200 < 275,4	

L _p (240 mm ² /200A=	326	m
L _{rama} =	81	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \phi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \phi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

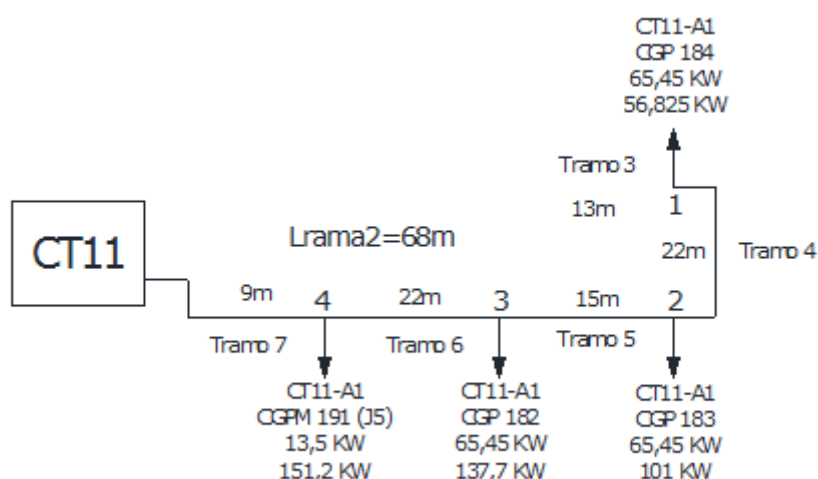
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 181*(I)	1	0,015	122,33	0,182	0,182
CGP 185	2	0,066	56,825	0,372	0,555

$\Delta U(\%)$ acum.	0,555	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.11.1.2 CT11. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 19,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 137,7 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 19,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 + 13,5 = 151,2 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 40.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

JARDIN 5 (J5)	13,5	kW
Asc. y S.G.	23,85	kW
Pot. Aux.	37,35	kW
Pacum.	151,200	kW

Intensidad (I _b)=	242,49	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	299,37	A
S=	240	mm
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,880	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <= 1,45xI' _z	Fusible 250A
1,6x250 <= 1,45x275,4	
400 < 399,33	ADMISIBLE

I _b < I _n < I' _z	OK
242,48 < 250 < 275,4	

L _p (240 mm ² /250A=	247	m
L _{rama} =	68	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 191 (J5)	1	0,009	151,2	0,135	0,135
CGP 182	2	0,022	137,7	0,301	0,436
CGP 183	3	0,015	101	0,150	0,586
CGP 184	4	0,022	56,825	0,124	0,711

$\Delta U(\%)$ acum.	0,711	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

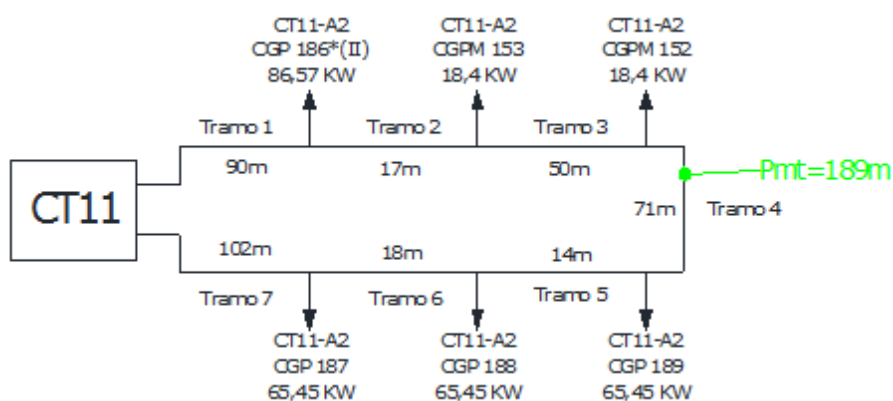
2.1.3.11.2 CT11. Anillo 2

1) Cálculo del punto de mínima tensión:

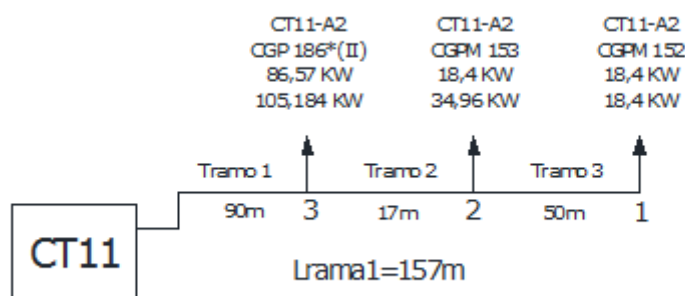
$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 186*(II)	1	90	90	86,57	7791,3
CGPM 153	2	17	107	18,4	1968,8
CGPM 152	3	50	157	18,4	2888,8
CGP 189	4	71	228	65,45	14922,6
CGP 188	5	14	242	65,45	15838,9
CGP 187	6	18	260	65,45	17017
	7	102	362		

LONG. ANILLO	362	m
PT	319,72	kW
Pmt	189,00	m



2.1.3.11.2.1 CT11. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 11,3 \times \left(\frac{10 \times 5,75 + 4 \times 9,2}{14} \right) + (3,45 + 4,5) + 21,12 = 105,184 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 40.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje II	21,12	kW
Asc. y S.G.	7,95	kW
Pot. Aux.	29,07	kW
Pacum.	105,184	kW

Intensidad (I _b)=	168,69	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	208,26	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,61	OK
-------	------	----

If=1,6xIn<=1,45I'z	Fusible 200A
1,6x200<=1,45x275,4	
320<=399,33	OK

Ib < In < I'z	OK
168,69 < 200 < 275,4	

Lp(240 mm ² /200 A)=	326	m
Lrama=	157	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

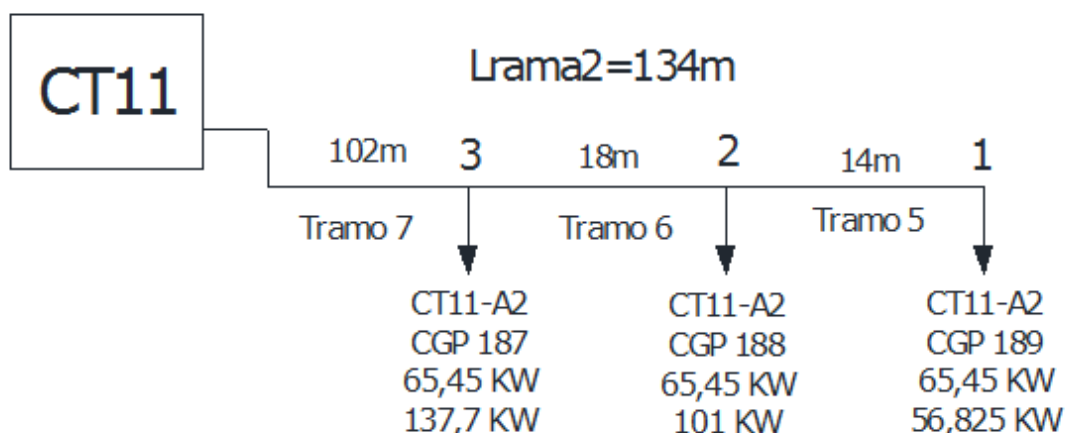
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGP 186*(II)	1	0,09	105,184	0,940	0,940
CGPM 153	2	0,017	34,96	0,059	0,999
CGPM 152	3	0,05	18,4	0,091	1,091

ΔU(%) acum.	1,091	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.11.2.2 CT11. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 19,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 137,7 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 40.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	137,700	kW

Intensidad (I_b)=	220,84	A
K(agrup.)=	0,81	
Intensidad (I'_b)=	272,64	A
S=	240	mm ²
Intensidad (I_z)=	340	A
Intensidad corregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'z} < 0,9$$

f.d.c	0,802	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 250A
$1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 \leq 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'z$	OK
$220,83 < 250 < 275,4$	

$L_p(240 \text{ mm}^2/250 \text{ A}) =$	247	m
$L_{rama} =$	134	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \varphi =$	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 187	1	0,102	137,7	1,395	1,395
CGP 188	2	0,018	101	0,181	1,575
CGP 189	3	0,014	56,825	0,079	1,654

$\Delta U(\%)$ acum.	1,654	<5%
OK		

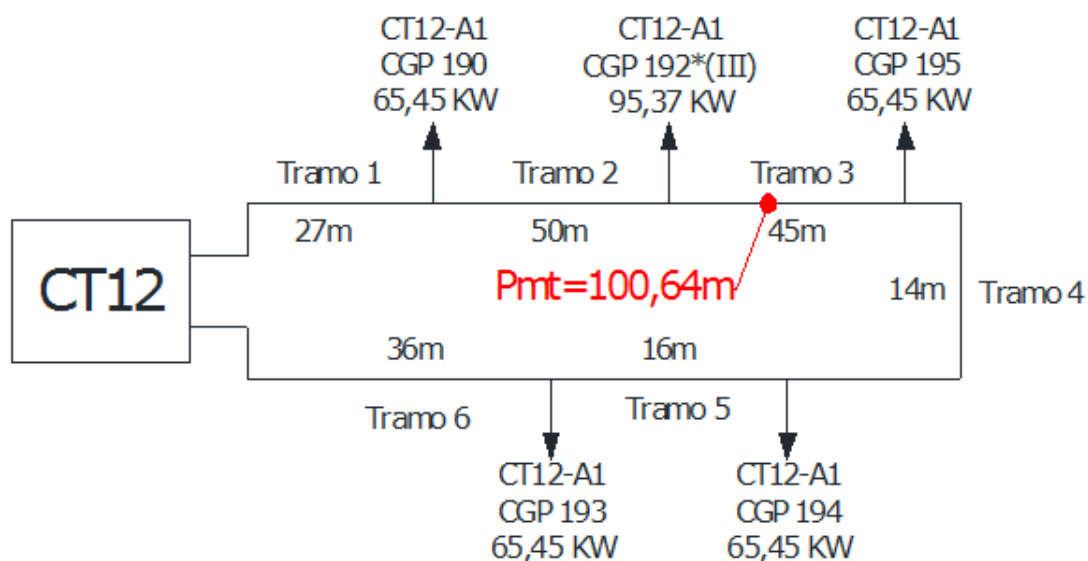
SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.12 Cálculo de los Anillos del CT12

El CT12 será un CT tipo miniBLOK que alimentará a 2 anillos de baja tensión. **PLANO 25**

2.1.3.12.1 CT12. Anillo 1



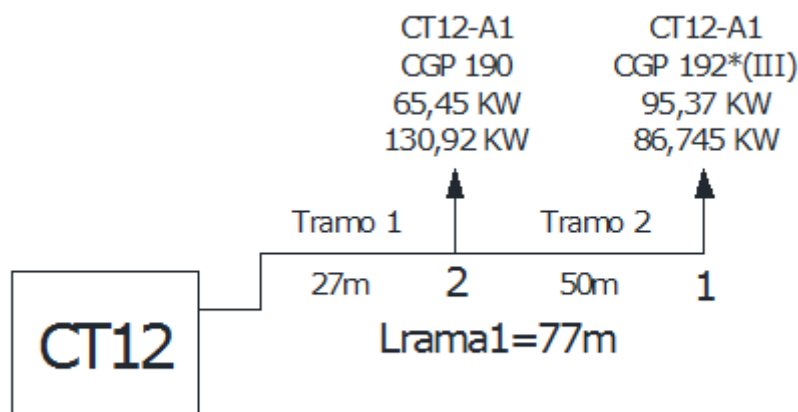
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 190	1	27	27	65,45	1767,15
CGP 192*(III)	2	50	77	95,37	7343,49
CGP 195	3	45	122	65,45	7984,9
CGP 194	4	14	136	65,45	8901,2
CGP 193	5	16	152	65,45	9948,4
	6	36	188		

LONG. ANILLO	188	m
PT	357,17	kW
Pmt	100,64	m

2.1.3.12.1.1 CT12. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) + 29,92 = 86,745 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 29,92 = 130,92 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 41.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (III)	29,92	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	45,82	kW
Pacum.	130,92	kW

Intensidad (I_b)=	209,963	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	259,2	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,762	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 250A
$1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 \leq 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'z$	OK
$209,96 < 250 < 275,4$	

$L_p(240 \text{ mm}^2/250A=$	247	m
$L_{rama}=$	77	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \phi =$	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

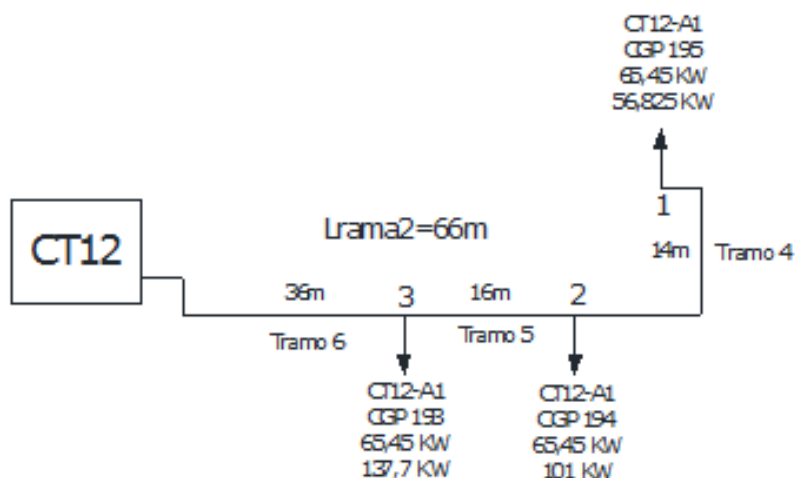
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 190	1	0,027	130,92	0,351	0,351
CGP 192*(III)	2	0,05	86,745	0,431	0,782

$\Delta U(\%)$ acum.	0,782	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.12.1.2 CT12. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 19,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 3 = 137,7 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 41.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	23,85	kW
Pot. Aux.	23,85	kW
Pacum.	137,70	kW

Intensidad (I_b)=	220,84	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	272,64	A
S=	240	mm
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'z} < 0,9$$

f.d.c	0,802	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 250A
$1,6 \times 250 \leq 1,45 \times 275,4$	
$400 < 399,33$	ADMISIBLE

$I_b < I_n < I'z$	OK
$220,83 < 250 < 275,4$	

Lp (240 mm ² /250A=	247	m
Lrama=	66	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

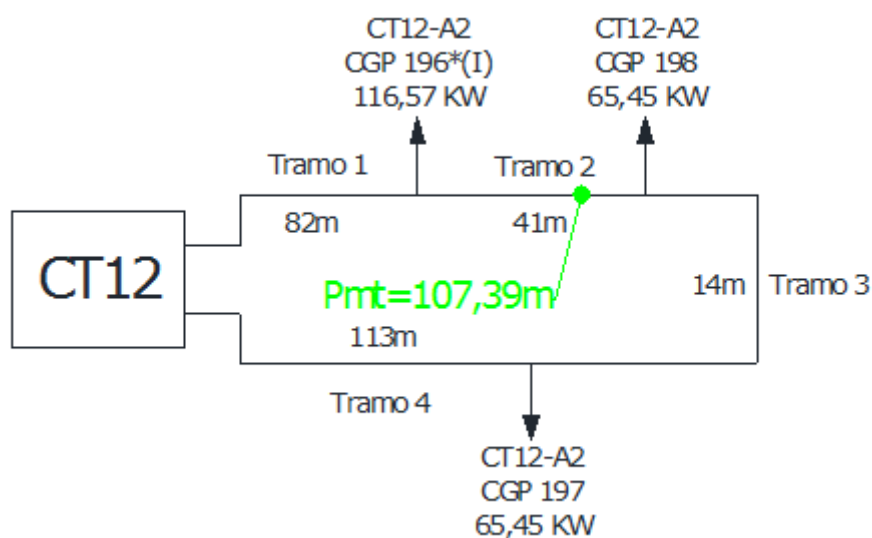
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGP 193	1	0,036	137,7	0,492	0,492
CGP 194	2	0,016	101	0,160	0,653
CGP 195	3	0,014	56,825	0,079	0,732

ΔU(%) acum.	0,732	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.12.2 CT12. Anillo 2



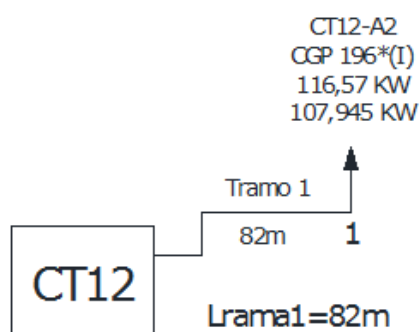
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 196*(I)	1	82	82	116,57	9558,74
CGP 198	2	41	123	65,45	8050,35
CGP 197	3	14	137	65,45	8966,65
	4	113	250		

LONG. ANILLO	250	m
PT	247,47	kW
Pmt	107,39	m

2.1.3.12.2.1 CT12. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

$$1) P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) + 51,12 = 107,945 \text{ KW}$$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 41**. Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje I	51,12	kW
Asc. y S.G.	7,95	kW
Pot. Aux.	59,07	kW
Pacum.	107,945	kW

Intensidad (I _b)=	173,12	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	213,72	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,63	OK
-------	------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45I' _z	Fusible 200A
1,6x200<=1,45x275,4	
320<=399,33	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
173,11 < 200 < 275,4	

L _p (240 mm ² /200 A)=	326	m
L _{rama} =	82	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

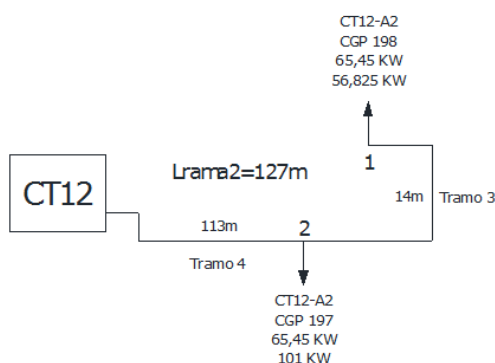
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGP 196*(I)	1	0,082	107,945	0,879	0,879

ΔU(%) acum.	0,879	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.12.2.2 CT12. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser Ka=0,81 para una separación entre ternas de cables de

400 mm. **PLANO 41.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	15,9	kW
Pacum.	101,000	kW

Intensidad (I _b)=	161,98	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	199,97	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,588	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 200A
1,6x200<=1,45x275,4	
320<=399,33	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
161,97 < 200 < 275,4	

L _p (240 mm ² /200 A)=	326	m
L _{rama} =	127	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 197	1	0,113	101	1,133	1,133
CGP 198	2	0,014	56,825	0,079	1,212

$\Delta U(\%)$ acum.	1,212	<5%
OK		

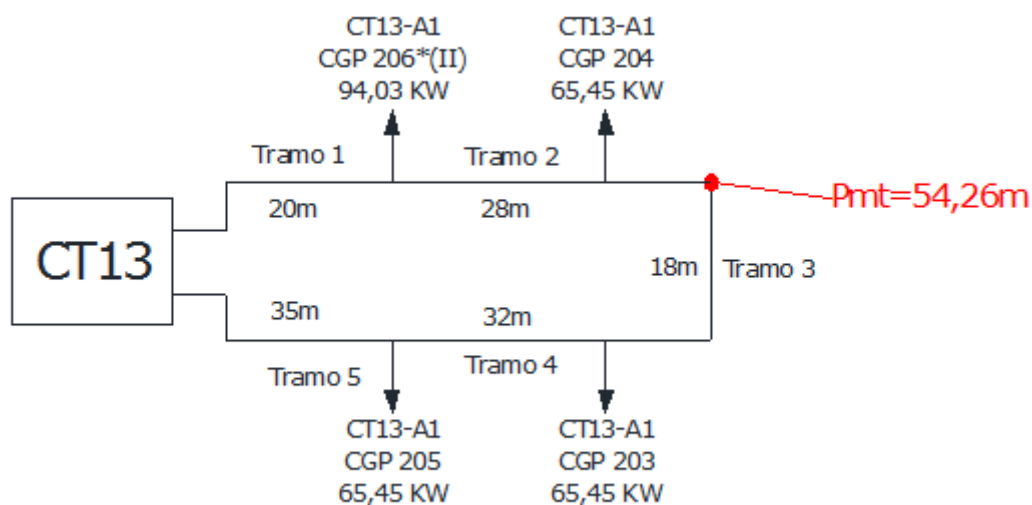
SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.13 Cálculo de los Anillos del CT13

El CT13 será un CT tipo miniBLOK que alimentará a 2 anillos de BT. **PLANO 26**

2.1.3.13.1 CT13. Anillo 1



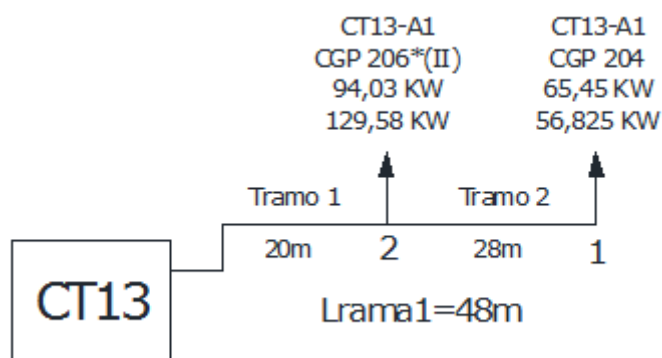
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 206*(II)	1	20	20	94,03	1880,6
CGP 204	2	28	48	65,45	3141,6
CGP 203	3	18	66	65,45	4319,7
CGP 205	4	32	98	65,45	6414,1
	5	35	133		

LONG. ANILLO	133	m
PT	290,38	kW
Pmt	54,26	m

2.1.3.13.1.1 CT13. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 + 28,58 = 129,58 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 42.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Garaje (II)	28,58	kW
Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	44,48	kW
Pacum.	129,58	kW

Intensidad (I _b)=	207,814	A
K(agrupo)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	256,6	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,755	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <=1,45xI' _z	Fusible 250A
1,6x250<=1,45x275,4	
400<=399,33	ADMISIBLE

I _b < I _n < I' _z	OK
207,81 < 250 < 275,4	

L _p (240 mm ² /250A=	247	m
L _{rama} =	48	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

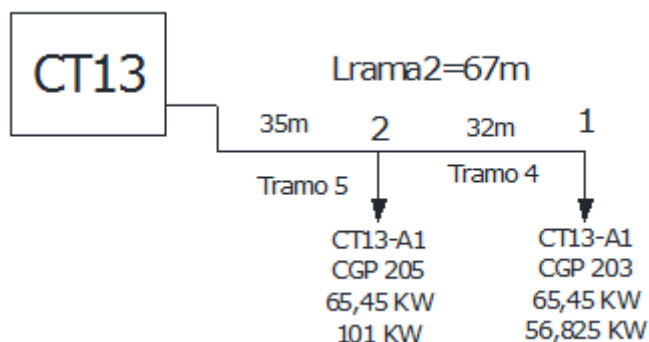
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 206*(II)	1	0,02	129,58	0,257	0,257
CGP 204	2	0,028	56,825	0,158	0,415

$\Delta U(\%)$ acum.	0,415	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.13.1.2 CT13. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 42.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	15,9	kW
Pacum.	101,00	kW

Intensidad (I _b)=	161,98	A
K(agrup.)=	0,81	
I _{tabla} (I' _b)=	199,97	A
S=	240	mm
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,588	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <= 1,45xI' _z	Fusible 200A
1,6x200 <= 1,45x275,4	
320 < 399,33	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
161,97 < 200 < 275,4	

L _p (240 mm ² /200A=	326	m
L _{rama} =	67	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

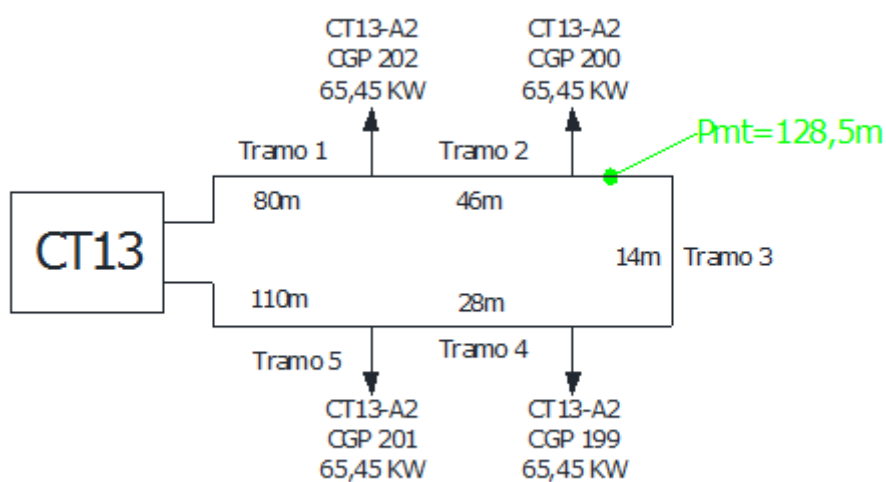
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGP 205	1	0,035	101	0,351	0,351
CGP 203	2	0,032	56,825	0,181	0,532

ΔU(%) acum.	0,532	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.13.2 CT13. Anillo 2



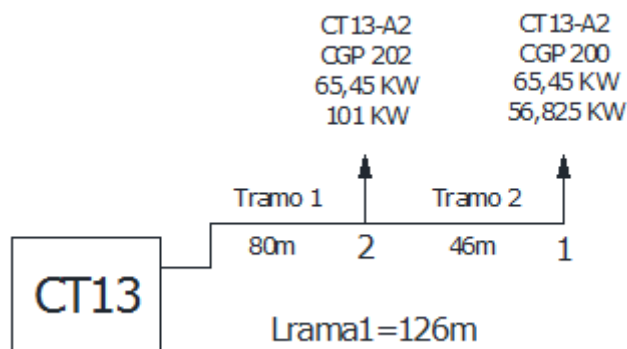
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGP 202	1	80	80	65,45	5236
CGP 200	2	46	126	65,45	8246,7
CGP 199	3	14	140	65,45	9163
CGP 201	4	28	168	65,45	10995,6
	5	110	278		

LONG. ANILLO	278	m
PT	261,8	kW
Pmt	128,50	m

2.1.3.13.2.1 CT13. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 42.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	15,9	kW
Pacum.	101,000	kW

Intensidad (I_b)=	161,98	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	199,97	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,59	OK
-------	------	----

If=1,6xIn<=1,45I'z	Fusible 200A
1,6x200<=1,45x275,4	
320<=399,33	OK

Ib < In < I'z	OK
161,97 < 200 < 275,4	

Lp(240 mm ² /200 A)=	326	m
Lrama=	126	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

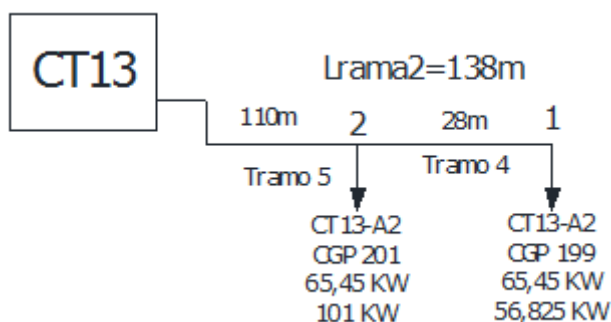
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
202	1	0,082	101	0,823	0,823
200	2	0,046	56,825	0,260	1,082

ΔU(%) acum.	1,082	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.13.2.2 CT13. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 8,5 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) = 56,825 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 14,8 \times 5,75 + (3,45 + 4,5) \times 2 = 101 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 4 ternas de cables (4 de BT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,81$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 42.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,81$.

Asc. y S.G.	15,9	kW
Pot. Aux.	15,9	kW
Pacum.	101,000	kW

Intensidad (I_b)=	161,979	A
K(agrup.)=	0,81	
Itabla (I'_b)=	199,97	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	275,4	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,588	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 \times I'z$	Fusible 200A
$1,6 \times 200 \leq 1,45 \times 275,4$	
$320 \leq 399,33$	OK

$I_b < I_n < I'z$	OK
$161,97 < 200 < 275,4$	

$L_p(240 \text{ mm}^2/200 \text{ A}) =$	326	m
$L_{rama} =$	138	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\tan \varphi =$	0,4843	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGP 201	1	0,11	101	1,103	1,103
CGP 199	2	0,028	56,825	0,158	1,261

$\Delta U(\%)$ acum.	1,261	<5%
OK		

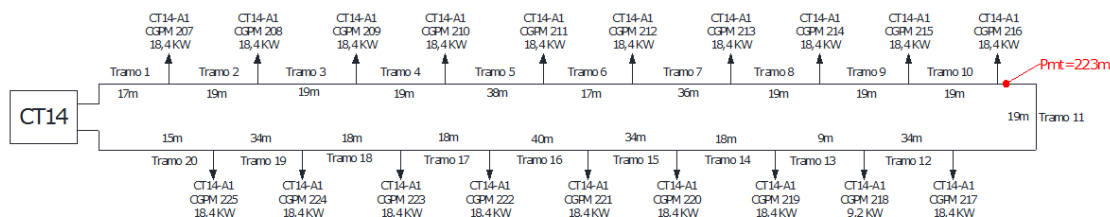
SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.14 Cálculo de los Anillos del CT14

El CT14 será un CT tipo miniBLOK que alimentará a 2 anillos de BT. **PLANO 27.**

2.1.3.14.1 CT14. Anillo 1



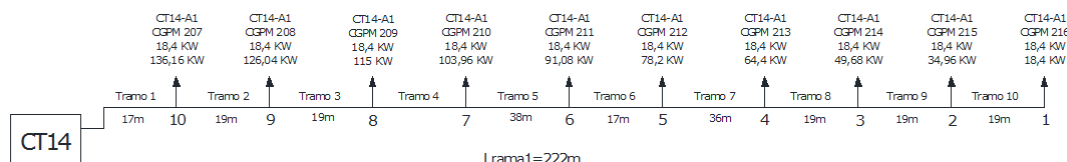
1) Cálculo del punto de mínima tensión:

$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 207	1	17	17	18,4	312,8
CGPM 208	2	19	36	18,4	662,4
CGPM 209	3	19	55	18,4	1012
CGPM 210	4	19	74	18,4	1361,6
CGPM 211	5	38	112	18,4	2060,8
CGPM 212	6	17	129	18,4	2373,6
CGPM 213	7	36	165	18,4	3036
CGPM 214	8	19	184	18,4	3385,6
CGPM 215	9	19	203	18,4	3735,2
CGPM 216	10	19	222	18,4	4084,8
CGPM 217	11	19	241	18,4	4434,4
CGPM 218	12	34	275	9,2	2530
CGPM 219	13	9	284	18,4	5225,6
CGPM 220	14	18	302	18,4	5556,8
CGPM 221	15	34	336	18,4	6182,4
CGPM 222	16	40	376	18,4	6918,4
CGPM 223	17	18	394	18,4	7249,6
CGPM 224	18	18	412	18,4	7580,8
CGPM 225	19	34	446	18,4	8206,4
	20	15	461		

LONG. ANILLO	461	m
PT	340,4	kW
Pmt	223,00	m

2.1.3.14.1.1 CT14. Anillo 1. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 11,3 \times 9,2 = 103,96 \text{ kW}$
- 8) $P_8 = 12,5 \times 9,2 = 115 \text{ kW}$
- 9) $P_9 = 13,7 \times 9,2 = 126,04 \text{ kW}$
- 10) $P_{10} = 14,8 \times 9,2 = 136,16 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 3 ternas de cables (2 de BT y 1 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,84$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 43.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,84$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	136,16	kW

Intensidad (I_b)=	218,37	A
K(agrup.)=	0,84	
Itabla (I'_b)=	259,96	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	285,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'z} < 0,9$$

f.d.c	0,765	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'z$	Fusible 250A
$1,6 \times 250 < 1,45 \times 285,6$	
$400 < 414,12$	OK

$I_b < I_n < I'z$	OK
$218,36 < 250 < 285,6$	

Lrama=	222	m
Lp (240 mm ² /250 A)=	247	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \phi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \phi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

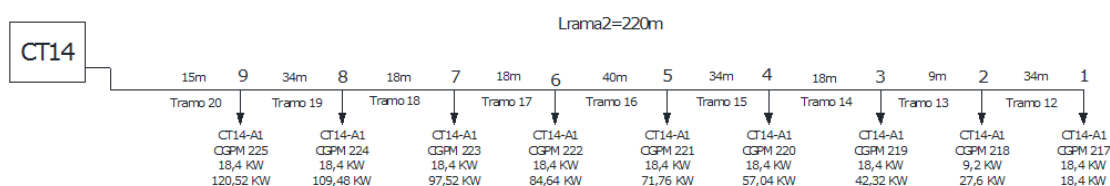
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
CGPM 207	1	0,017	136,16	0,230	0,230
CGPM 208	2	0,019	126,04	0,238	0,468
CGPM 209	3	0,019	115	0,217	0,685
CGPM 210	4	0,019	103,96	0,196	0,881
CGPM 211	5	0,038	91,08	0,344	1,225
CGPM 212	6	0,017	78,2	0,132	1,357
CGPM 213	7	0,036	64,4	0,230	1,587
CGPM 214	8	0,019	49,68	0,094	1,681
CGPM 215	9	0,019	34,96	0,066	1,747
CGPM 216	10	0,019	18,4	0,035	1,781

$\Delta U(\%)$ acum.	1,781	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 250 A; Lp= 247m

2.1.3.14.1.2 CT14. Anillo 1. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3 \times 9,2 = 27,6 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 4,6 \times 9,2 = 42,32 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 6,2 \times 9,2 = 57,04 \text{ KW}$
- 5) $P_5 = 7,8 \times 9,2 = 71,76 \text{ KW}$
- 6) $P_6 = 9,2 \times 9,2 = 84,64 \text{ KW}$
- 7) $P_7 = 10,6 \times 9,2 = 97,52 \text{ KW}$
- 8) $P_8 = 11,9 \times 9,2 = 109,48 \text{ KW}$
- 9) $P_9 = 13,1 \times 9,2 = 120,52 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 3 ternas de cables (2 de BT y 1 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser Ka=0,84 para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 43.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a K_T = 0,84.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	120,52	kW

Intensidad (I _b)=	193,28	A
K(agrup.)=	0,84	
I _{tabla} (I' _b)=	230,10	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	285,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,677	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n <1,45xI' _z	Fusible 200A
1,6x200<1,45x285,6	
320<414,12	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
193,28 < 200 < 285,6	

L _p (240 mm ² /200 A)=	326	m
L _{rama} =	220	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
tgφ=	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 225	1	0,015	120,52	0,180	0,180
CGPM 224	2	0,034	109,48	0,370	0,549
CGPM 223	3	0,018	97,52	0,174	0,724
CGPM 222	4	0,018	84,64	0,151	0,875
CGPM 221	5	0,04	71,76	0,285	1,160
CGPM 220	6	0,034	57,04	0,193	1,353
CGPM 219	7	0,018	42,32	0,076	1,428
CGPM 218	8	0,009	27,6	0,025	1,453
CGPM 217	9	0,034	18,4	0,062	1,515

$\Delta U(\%)$ acum.	1,515	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

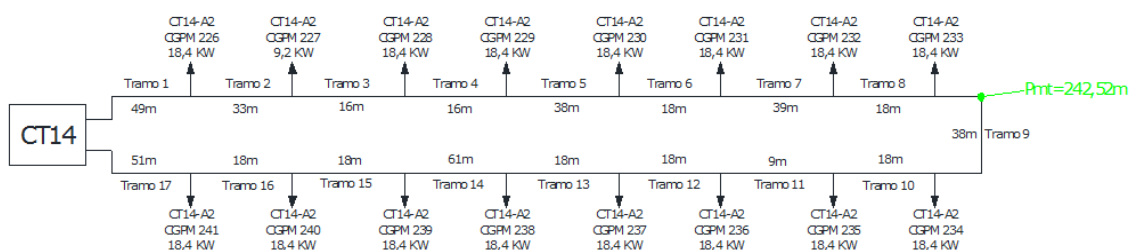
2.1.3.14.2 CT14. Anillo 2

1) Cálculo del punto de mínima tensión:

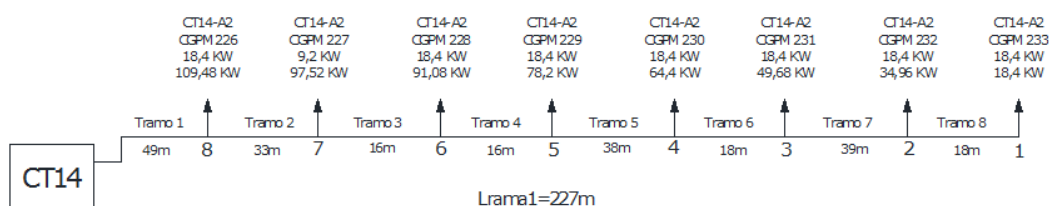
$$pmt = \frac{\sum L \times P}{P_T}$$

	Tramo	Longitud(m)	L. (origen)	Potencia(kW)	PxL
CGPM 226	1	49	49	18,4	901,6
CGPM 227	2	33	82	9,2	754,4
CGPM 228	3	16	98	18,4	1803,2
CGPM 229	4	16	114	18,4	2097,6
CGPM 230	5	38	152	18,4	2796,8
CGPM 231	6	18	170	18,4	3128
CGPM 232	7	39	209	18,4	3845,6
CGPM 233	8	18	227	18,4	4176,8
CGPM 234	9	38	265	18,4	4876
CGPM 235	10	18	283	18,4	5207,2
CGPM 236	11	9	292	18,4	5372,8
CGPM 237	12	18	310	18,4	5704
CGPM 238	13	18	328	18,4	6035,2
CGPM 239	14	61	389	18,4	7157,6
CGPM 240	15	18	407	18,4	7488,8
CGPM 241	16	18	425	18,4	7820
	17	51	476		

LONG. ANILLO	476	m
PT	285,2	kW
Pmt	242,52	m



2.1.3.14.2.1 CT14. Anillo 2. Rama 1



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ kW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ kW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ kW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ kW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ kW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ kW}$
- 7) $P_7 = 10,6 \times 9,2 = 97,52 \text{ kW}$
- 8) $P_8 = 11,9 \times 9,2 = 109,48 \text{ kW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 3 ternas de cables (2 de BT y 1 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,84$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 43.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,84$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	109,48	kW

Intensidad (I _b)=	175,58	A
K(agrup.)=	0,84	
I _{tabla} (I' _b)=	209,02	A
S=	240	mm ²
I _{conductor} (I _z)=	340	A
I _{corregida} (I' _z)=	285,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,615	OK
-------	-------	----

I _f =1,6xI _n < 1,45xI' _z	Fusible 200A
1,6x200 < 1,45x285,6	
320 < 414,12	OK

I _b < I _n < I' _z	OK
175,57 < 200 < 285,6	

L _p (240 mm ² /200 A)=	326	m
L _{rama} =	227	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan \varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan \varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

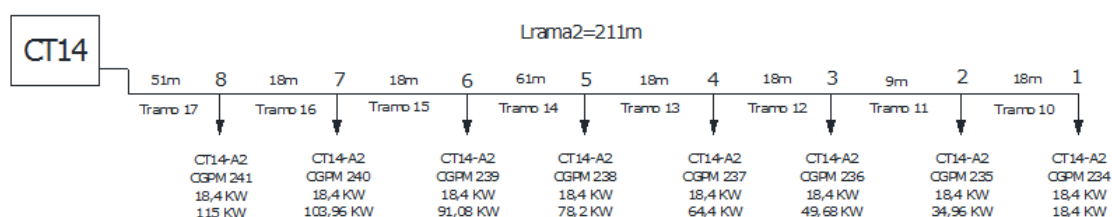
	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 226	1	0,049	109,48	0,533	0,533
CGPM 227	2	0,033	97,52	0,320	0,852
CGPM 228	3	0,016	91,08	0,145	0,997
CGPM 229	4	0,016	78,2	0,124	1,121
CGPM 230	5	0,038	64,4	0,243	1,364
CGPM 231	6	0,018	49,68	0,089	1,453
CGPM 232	7	0,039	34,96	0,135	1,589
CGPM 233	8	0,018	18,4	0,033	1,622

$\Delta U(\%)$ acum.	1,622	<5 %
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.3.14.2.2 CT14. Anillo 2. Rama 2



2) Cálculo de las potencias acumuladas en cada punto:

- 1) $P_1 = 2 \times 9,2 = 18,4 \text{ KW}$
- 2) $P_2 = 3,8 \times 9,2 = 34,96 \text{ KW}$
- 3) $P_3 = 5,4 \times 9,2 = 49,68 \text{ KW}$
- 4) $P_4 = 7 \times 9,2 = 64,4 \text{ KW}$
- 5) $P_5 = 8,5 \times 9,2 = 78,2 \text{ KW}$
- 6) $P_6 = 9,9 \times 9,2 = 91,08 \text{ KW}$
- 7) $P_7 = 11,3 \times 9,2 = 103,96 \text{ KW}$
- 8) $P_8 = 12,5 \times 9,2 = 115 \text{ KW}$

3) Cálculo de la intensidad en el tramo más desfavorable (I_b) y la intensidad corregida (I'_z)

$$I_b = \frac{P_{acum}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad I'_z = K_T \times I_z$$

Por la zanja del tramo más desfavorable discurren 3 ternas de cables (2 de BT y 1 de MT), luego el factor corrección por agrupamiento va a ser $K_a=0,84$ para una separación entre ternas de cables de 400 mm. **PLANO 43.** Por consiguiente, como el resto de factores de corrección son igual a 1, el factor de corrección total es igual a $K_T = 0,84$.

Asc. y S.G.	0	kW
Pot. Aux.	0	kW
Pacum.	115,00	kW

Intensidad (I_b)=	184,43	A
K(agrup.)=	0,84	
Intabla (I'_b)=	219,56	A
S=	240	mm ²
Iconductor (I_z)=	340	A
Icorregida (I'_z)=	285,6	A

4º) Selección del conductor y fusible de protección:

$$f.d.c. = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

f.d.c	0,646	OK
-------	-------	----

$I_f = 1,6 \times I_n \leq 1,45 I'_z$	Fusible 200A
$1,6 \times 200 \leq 1,45 \times 285,6$	
$320 \leq 414,12$	OK

$I_b < I_n < I'_z$	OK
$184,43 < 200 < 285,6$	

$L_p (240 \text{ mm}^2/200 \text{ A})=$	326	m
$L_{rama}=$	211	m
OK		

5º) Caída de tensión:

$$\% \Delta U = \frac{P_{acum} \times L}{10 \times V^2} \times (R + X \times \tan\varphi) = P_{acum} \times L \times K \rightarrow K = \frac{R + X \times \tan\varphi}{10 \times V^2}$$

R=	0,125	Ω/km
X=	0,07	Ω/km
$\text{tg}\phi$ =	0,484	
U=	0,4	kV
K=	0,0993	

	Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
CGPM 241	1	0,051	115	0,582	0,582
CGPM 240	2	0,018	103,96	0,186	0,768
CGPM 239	3	0,018	91,08	0,163	0,931
CGPM 238	4	0,061	78,2	0,474	1,405
CGPM 237	5	0,018	64,4	0,115	1,520
CGPM 236	6	0,018	49,68	0,089	1,609
CGPM 235	7	0,009	34,96	0,031	1,640
CGPM 234	8	0,018	18,4	0,033	1,673

$\Delta U(\%)$ acum.	1,673	<5%
OK		

SOLUCIÓN:

Conductor: XZ1(S) 3x240 mm²+1x150 mm² Fusible: NH1 200 A; Lp= 326m

2.1.4 Resumen de los Cálculos de Red de Baja Tensión

CT	ANILLO	LONGITUD ANILLO	CONDUCTOR		FUSIBLE	LONGITUD DE PROTECCIÓN	LONGITUD RAMA	%ΔU
1	1	547 m	RAMA 1	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	213 m	1,953
			RAMA 2	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	267 m	2,698
	2	516 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	249 m	1,535
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	220 m	0,532
2	1	695 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	310 m	2,274
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	310 m	2,274
	2	402 m	RAMA 1	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	192 m	1,906
			RAMA 2	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	161 m	1,345
3	1	301 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	87 m	0,648
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	149 m	1,531
	2	332 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	137 m	1,352
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	165 m	1,38
4	1	297 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	87 m	0,611
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	149 m	1,528
	2	325 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	134 m	1,323
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	162 m	1,352
5	1	122 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	47 m	0,401
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	61 m	0,618
	2	445 m	RAMA 1	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	156 m	1,429
			RAMA 2	3x(1x150 mm2)+ 1x95 mm2	160 A	280 m	243 m	2,472
6	1	162 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	60 m	0,632
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	89 m	1,035
	2	293 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	125 m	1,163
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	147 m	1,824
7	1	193 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	30 m	0,286
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	97 m	1,14
	2	372 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	171 m	1,748
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	181 m	2,419
8	1	430 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	160 A	429 m	153 m	0,756
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	224 m	1,785
	2	498 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	235 m	1,641
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	231 m	2,257

9	1	181 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	82 m	0,853
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	81 m	0,812
	2	390 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	144 m	1,047
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	160 A	429 m	207 m	1,38
10	1	376 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	150 m	0,801
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	160 A	429 m	207 m	1,355
	2	753 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	160 A	429 m	391 m	2,435
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	300 m	2,744
11	1	162 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	81 m	0,555
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	68 m	0,711
	2	362 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	157 m	1,091
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	134 m	1,654
12	1	188 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	77 m	0,782
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	66 m	0,732
	2	250 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	82 m	0,879
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	127 m	1,212
13	1	133 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	48 m	0,415
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	67 m	0,532
	2	278 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	126 m	1,082
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	138 m	1,261
14	1	461 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	250 A	247 m	222 m	1,781
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	220 m	1,519
	2	476 m	RAMA 1	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	227 m	1,622
			RAMA 2	3x(1x240 mm2)+1x150 mm2	200 A	326 m	211 m	1,673

2.1.5 Cálculo del Factor de Carga de Cada Transformador

Según la norma particular de Iberdrola **MT 2.03.20 Apartado 3.2** que dice lo siguiente:

Incidencia de la potencia solicitada en BT (P_s , suma aritmética de las potencias individuales teniendo en cuenta como mínimo los grados de electrificación recogidos en la ITC-BT-10 del REBT, sin aplicar coeficientes de simultaneidad) respecto a centros de transformación:

$$P_{CT} \text{ (kVA) en viviendas} = \frac{\sum P_s(kW) \times 0,4}{0,9}$$

$$P_{CT} \text{ (kVA) en comercios} = \frac{\sum P_s(kW) \times 0,6}{0,9}$$

$$P_{CT} \text{ (kVA) en oficinas} = \frac{\sum P_s(kW) \times 0,6}{0,9}$$

$$P_{CT} \text{ (kVA) en industrias} = \frac{\sum P_s(kW) \times 0,5}{0,9}$$

Esto querrá decir que sobre un transformador sólo le incidirá el 40% de la potencia contratada de los abonados en BT que alimenta dicho transformador. El como si le aplicáramos un coeficiente de simultaneidad de 0,4 a la suma de la potencia contratada de los abonados de BT que se alimentan de los 2 anillos de BT. En el presente proyecto se trató de no sobrecargar los transformadores haciéndolos trabajar a menos de 90% de su carga nominal.

Incidencia sobre el CT1

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(220,8 + 252,98) \times 0,4}{0,9} = \frac{473,78 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 210,56 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{210,56}{400} = 0,52 \rightarrow 52\%$$

Incidencia sobre el CT2

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(294,4 + 211,6) \times 0,4}{0,9} = \frac{506 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 224,88 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{224,88}{400} = 0,56 \rightarrow 56\%$$

Incidencia sobre el CT3

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(354,98 + 351,54) \times 0,4}{0,9} = \frac{706,52 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 314 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{314}{400} = 0,78 \rightarrow 78\%$$

Incidencia sobre el CT4

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(354,23 + 350,86) \times 0,4}{0,9} = \frac{705,09 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 313,37 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{313,37}{400} = 0,78 \rightarrow 78\%$$

Incidencia sobre el CT5

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(335,52 + 202,4) \times 0,4}{0,9} = \frac{537,92 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 239,07 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{239,07}{400} = 0,59 \rightarrow 59\%$$

Incidencia sobre el CT6

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(382,59 + 373,29) \times 0,4}{0,9} = \frac{755,88 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 335,94 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{335,94}{400} = 0,83 \rightarrow 83\%$$

Incidencia sobre el CT7

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(333,55 + 374,89) \times 0,4}{0,9} = \frac{708,44 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 314,86 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{314,86}{400} = 0,78 \rightarrow 78\%$$

Incidencia sobre el CT8

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(257,6 + 272,93) \times 0,4}{0,9} = \frac{530,53 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 235,79 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{235,79}{400} = 0,58 \rightarrow 58\%$$

Incidencia sobre el CT9

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(322,3 + 256,28) \times 0,4}{0,9} = \frac{578,58 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 257,14 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{257,14}{400} = 0,64 \rightarrow 64\%$$

Incidencia sobre el CTR10

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(248,4 + 235,36) \times 0,4}{0,9} = \frac{483,76 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 215 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{215}{400} = 0,53 \rightarrow 53\%$$

Incidencia sobre el CT11

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(362,08 + 319,72) \times 0,4}{0,9} = \frac{681,8 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 303,02 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{303,02}{400} = 0,75 \rightarrow 75\%$$

Incidencia sobre el CT12

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(357,17 + 247,47) \times 0,4}{0,9} = \frac{604,64 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 268,72 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{268,72}{400} = 0,67 \rightarrow 67\%$$

Incidencia sobre el CT13

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(290,38 + 261,8) \times 0,4}{0,9} = \frac{552,18 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 245,41 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{245,41}{400} = 0,61 \rightarrow 61\%$$

Incidencia sobre el CT14

$$S = \frac{\sum P_T \times 0,4}{0,9} = \frac{(P_{AN_1} + P_{AN_2}) \times 0,4}{0,9} = \frac{(340,4 + 285,2) \times 0,4}{0,9} = \frac{625,6 \times 0,4}{0,9}$$

$$S = 278,04 \text{ KVA}$$

$$f.d.c = \frac{S}{S_{MAX}} = \frac{278,04}{400} = 0,69 \rightarrow 69\%$$

2.2 Cálculo de Red Subterránea de Media Tensión

En el presente proyecto la red subterránea de MT consta de 3 partes:

- 1) Acometida General de MT que va desde el entronque A/S hasta el Centro de Transformación y Reparto (CTR-10) situados en la parte oeste del polígono residencial.
- 2) Acometida hacia el abonado de MT (Centro Comercial) que va desde el Centro de Transformación y Reparto (CTR-10) hasta el CT del abonado situado en la parte sur del polígono residencial objeto de este proyecto.
- 3) Anillo de MT que parte desde el Centro de Transformación y Reparto (CTR-10) y alimenta (enlaza) todos los CTs miniBLOK presentes en dicho proyecto. Recordando que son 13 los CTs tipo miniBLOK que vamos a instalar en el presente proyecto.

Para ver el trazado de Red Subterránea de MT podemos consultar el **PLANO 28**.

2.2.1 Cálculo de la Sección de un Cable de Media Tensión

La sección de un cable de MT elegida tiene que cumplir 3 criterios de diseño:

- 1) **Criterio de Calentamiento.**
- 2) **Criterio de Caída de Tensión.**
- 3) **Criterio de Cortocircuito.**

A continuación describiremos en que consiste cada criterio de diseño.

1) Criterio de Calentamiento o de Intensidad Máxima Admisible por el Cable en Servicio Permanente.

Para el criterio de calentamiento debemos de calcular la intensidad total que va a circular por la línea o lo que es lo mismo determinar la intensidad de diseño (I_b), dividirla por el factor de corrección total (K_T) y coger en la tabla de intensidades máximas admisibles, que nos proporciona el fabricante PRYSMIAN, el cable con la intensidad (I_z) inmediatamente superior al cociente obtenido antes.

$$I_z > \frac{I_b}{K_T}$$

O lo que es lo mismo, adaptar la intensidad máxima admisible en condiciones estándar (I_z) a las condiciones que tendríamos en nuestra instalación. Eso se consigue multiplicando la I_z por el coeficiente de corrección total (K_T) y se obtiene la intensidad máxima corregida ($I'z$)

$$I'z = K_T \times I_z$$

Y finalmente compararemos con el factor de carga, que tiene que ser inferior a 0,9, que la sección elegida es válida por el criterio de calentamiento.

$$f.d.c = \frac{I_b}{I'z} < 0,9$$

Iberdrola para sus LSMT en la norma particular **MT 2.31.01** utiliza secciones de cables de 400 mm², 240 mm² y 150 mm². Los cables de MT que utilizaremos en el presente proyecto serán de secciones 240 mm² y 150 mm² y serán suministrados por el fabricante PRYSMIAN

Tabla 1

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm ²	Sección pantalla mm ²
HEPRZ1 o RHZ1	12/20	150	16
		240	16
		400	16
	18/30	150	25
		240	25
		400	25

y que se designarán en el presupuesto como:

CABLE AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 1x240 mm² 12/20 KV PRYSMIAN

CABLE AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 1x150 mm² 12/20 KV PRYSMIAN

En los “Cálculos Justificativos” estos cables los designaremos de una forma abreviada como:

CABLE AL HEPRZ1 1x240 mm²

CABLE AL HEPRZ1 1x150 mm²

Dichos cables y sus características ya fueron descritos en la “Memoria” del presente proyecto.

INCISO

Las condiciones de instalación de nuestra red de media tensión es directamente enterrada y en cruces de carretera será enterrada bajo tubo. Igual que hemos considerado para cables de BT que en el caso de canalizaciones bajo tubo que no superen los 15 metros, si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar factor de corrección de intensidad por este motivo”. Realmente, este apartado establece dos condiciones para considerar que la instalación bajo tubo sea considerada como directamente enterrada:

1) que la canalización bajo tubo sea inferior a 15 metros (que es nuestro caso ya que en el presente polígono residencial los cruzamientos de carretera en ningún caso serán superiores a 15 metros de longitud).

2) que el tubo se rellene con aglomerados especiales. Esta segunda condición hace que se considere como si estuvieran directamente enterrados por el hecho de que estos aglomerados se comportan como la tierra, es decir, si se rellena el tubo con un aglomerado especial, que lo que hace es eliminar la cámara del aire interior del tubo que se comporta como aislante térmico.

Sin embargo, estas dos condiciones no hacen desprestigiar el factor de corrección de intensidad por agrupamiento de conductores.

Luego, aunque tengamos tramos de LSMT enterrada bajo tubo (en cruzamientos de carretera), estos tramos se podrán considerar como si estuvieran directamente enterrados ya que los tubos se rellenan con aglomerados especiales descritos anteriormente. Por consiguiente, se tendrá que utilizar las tablas de intensidades máximas admisibles para cables directamente enterrados. Los coeficientes de corrección de la intensidad máxima admisible en servicio permanente también se tendrán que considerar para una instalación directamente enterrada.

Cálculo de la intensidad de Diseño (I_b)

$$I_b = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \text{ (A)}$$

Siendo:

I_b = intensidad de diseño o intensidad de servicio permanente

S = potencia aparente que demandará la carga. Se mide en KVA

V = tensión trifásica compuesta de alimenteción. Se mide KV.

La tensión de alimentación se considerará que son 20 KV para toda la red de MT.

Cálculo del Coeficiente de Corrección Total (K_T)

El coeficiente de corrección total (K_T) es un factor por el cual multiplicaremos la intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente (I_z) en condiciones estándar y para tipo de instalación directamente enterrada para obtener la intensidad máxima admisible por el cable en condiciones de instalación concretas reales ($I'z$). Dicho Coeficiente de Corrección Total (K_T) es el producto de 4 coeficientes de corrección siguientes:

$$K_T = K_t \times K_r \times K_p \times K_a$$

Siendo:

K_t = Coeficiente de corrección por temperatura del terreno

K_r = coeficiente de corrección por resistividad térmica del terreno

K_p = Coeficiente de corrección por distinta profundidad de enterramiento

K_a = coeficiente de corrección por agrupamiento

Siendo las condiciones estándar de funcionamiento las siguientes:

- Temperatura del terreno: 25°C
- Terreno de resistividad térmica normal: 1,5 K.m/W
- Profundidad de enterramiento de cables de MT: 1m
- Una terna de cables unipolares en contacto mutuo, o un cable tripolar.

Las condiciones de funcionamiento reales que vamos a tener en nuestra instalación son las siguientes:

- Temperatura del terreno: 25°C
- Terreno de resistividad térmica normal: 1,5 K.m/W
- Profundidad de enterramiento de cables de MT: 1m
- Nº Determinado de cables de BT y MT en la misma zanja. PLANOS 30-44

Con lo cual los coeficientes de corrección proporcionados por el fabricante **PRYSMIAN** para sus cables de MT serían los siguientes:

- Coeficiente de Corrección por Temperatura del Terreno (K_t):

Temperatura de servicio, θ_s , en °C	Temperatura del terreno, θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105 (Eprotenax Compact)	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90 (Volltalene)	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

Para una temperatura del terreno de 25°C tenemos un $K_t = 1$

- **Coefficiente de Corrección por Resistividad Térmica del Terreno (K_r):**

Tipo de Instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K·m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

Para una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W tenemos un $K_r = 1$

- **Coefficiente de Corrección por Distinta Profundidad de Enterramiento (K_p):**

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm ²	> 185 mm ²	≤ 185 mm ²	> 185 mm ²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Para una profundidad de enterramiento de cables de MT de 1 metro tenemos un $K_p = 1$

- **Coefficiente de Corrección por Agrupamiento de Conductores (K_a):**

Factor de corrección										
Tipo de Instalación	Separación de los ternos	Número de ternos en la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d = 0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	—
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	—	—	—
	En contacto (d = 0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
Cables bajo tubo	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	—
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	—	—	—	—

Para saber el K_a tenemos que saber cuántos son los circuitos o ternas de cables que discurren por la misma zanja. Se recomienda que los circuitos nunca estén en contacto por lo que elegimos una distancia de separación tanto entre cables de MT como con cables de BT de 400 mm. **PLANOS 30-44.**

Las mismas tablas con los coeficientes de corrección las podemos consultar en el **Reglamento de Línea de Alta Tensión Capítulo 6: Redes Subterráneas de MT. (ITC-LAT-06)** y también en la norma particular de Iberdrola MT 2.31.01.

Tabla 5. Cables aislados con aislamiento seco
Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente (ts)	Cortocircuito (tcc) (t ≤ 5 s)
Policloruro de vinilo (PVC)* S ≤ 300 mm² S > 300 mm²	70 70	160 140
Poliétileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno - Propileno (EPR)	90	250
Etileno - Propileno de alto módulo (HEPR)	105 para Uo/U ≤ 18/30 kV 90 para Uo/U > 18/30 kV	250

* Solo para instalaciones de tensión asignada hasta 6 kV.

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

Temperatura °C Servicio Permanente (ts)	Temperatura del terreno, θ _s , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno distintas de las de la tabla, será:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La tabla 9 muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Tabla 9. Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

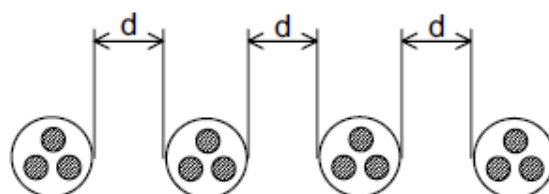
Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm ²	>185 mm ²	≤185 mm ²	>185 mm ²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



Cálculo de la Intensidad Máxima Admisible en Servicio Permanente en Condiciones Estandar (Iz)

El fabricante **PRYSMIAN** proporciona las tablas de intensidad máxima admisible en servicio permanente y en condiciones estándar (Iz) antes citadas. Tenemos que utilizar tablas para instalación directamente enterrada ya que aunque tengamos cables de MT bajo tubos en cruces de calzada por estar dichos tubos rellenos con aglomerados especiales se considerará que toda la instalación de red de MT se comporte eléctricamente como directamente enterrada.

TABLA IX

Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con HEPR (Eprotenax Compact) sin armadura.

Sección nominal mm ²	Tensión nominal					
	105 °C 1.8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Conductores de Cu						
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
Conductores de Al						
16	96	85	82	76	78	72
25	125	110	105	95	100	95
35	150	135	125	115	120	110
50	180	160	145	135	145	130
70	225	200	180	170	170	160
95	275	240	215	200	205	190
120	320	280	245	230	235	215
150	360	315	275	255	265	240
185	415	360	315	290	295	275
240	495	425	365	345	345	325
300	565	485	410	390	390	365
400	660	-	470	450	-	-
500	775	-	540	515	-	-
630	905	-	615	590	-	-

- (1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.
 (2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.
 (3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.
 (4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.
 (5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m de profundidad.
 (6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C: 25
 Temperatura del aire °C: 40
 Resistividad térmica terreno K·m/W: 1,5
 Temperatura del conductor en °C: 105

La misma tabla con los mismos valores la podemos encontrar en el **ITC-LAT-06** y en la norma particular de Iberdrola **MT 2.31.01**

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Una vez determinados I_b , K_T y I_z , a continuación procederemos a calcular el factor de carga del cable que tiene que ser inferior a 0,9 para que el cable con la sección elegida sea válido por el criterio de calentamiento:

$$f.d.c = \frac{I_b}{I'_z} < 0,9$$

2) Criterio de Caída de Tensión

La Caída de Tensión que se originará en la red de media de tensión hasta 20 KV será debido a la resistencia y reactancia del cable. Para redes de hasta 20 KV inclusive no se considera la capacidad de la línea, es decir, no tenemos que tener en cuenta las corrientes capacitivas para el cálculo de la caída de tensión. Luego, la expresión para la determinación de la caída de tensión en una línea que alimenta una carga es la siguiente:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_b \times L \times (R \times \cos\varphi + X \times \sin\varphi)$$

Siendo:

ΔU = caída de tensión en voltios desde el principio hasta el final de la línea

I_b = intensidad de diseño o intensidad real que va a circular por la línea en Amperios

L = longitud de la línea en km

R = resistencia por fase del conductor en Ω/km

X = reactancia por fase del conductor elegido en Ω/km

$\cos\varphi$ = factor de potencia de la red. Se considerará como 0,9 $\rightarrow \sin\varphi = 0,4358$

La expresión anterior es válida para calcular la caída de tensión en Acometida General Subterránea de MT y en Acometida hacia el Abonado de MT. Para el cálculo de caída de tensión en Anillo de MT utilizaremos otra expresión que veremos más adelante.

El % de la caída de tensión no tiene que superar el 5%. La expresión para determinar dicho % será la siguiente:

$$\% \Delta U = \frac{\Delta U}{U} \times 100 < 5\%$$

Los valores de “R” y “X” de los cables de MT nos la proporciona el fabricante PRYSMIAN en sus tablas:

TABLA VII
Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm ²	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.887
70	0.359	0.591	0.365	0.601
95	0.259	0.430	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	0.277	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	0.168	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	0.105	-	-
500	0.054	0.089	-	-

TABLA VIII
Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm ²	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.118	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.110	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.102	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.096	0.100	0.102
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099

No obstante Iberdrola en su norma particular **MT 2.31.01** utiliza para los cálculos de caída de tensión en sus redes de distribución de MT los siguientes valores de “R” y “X”:

Tabla 2a
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
150	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C
Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Para nuestros cálculos de caída de tensión en red de MT utilizaremos valores que nos proporciona Iberdrola ya que son valores ligeramente superiores a los que proporciona el fabricante y así consideraremos el caso más desfavorable ya que a más valor de resistencia y de reactancia nos saldrá la caída de tensión más elevada.

Cálculo de la caída de tensión en el anillo de MT

Para calcular la caída de tensión en el anillo de MT primero calcularemos la intensidad que demandará cada primario de los transformadores a los que alimenta el anillo de MT.

$$S_{CT} = \sqrt{3} \times V \times I \rightarrow I = \frac{S_{CT}}{\sqrt{3} \times V}$$

Posteriormente calcularemos la intensidad que circula por cada extremo del anillo (I_x e I_y) mediante las siguientes expresiones:

$$I_x = \sum i - I_y \qquad I_y = \frac{\sum (Z \times i)_o}{Z_T}$$

Siendo:

I_x = intensidad de corriente que entra al anillo por el extremo O

I_y = intensidad de corriente que entra al anillo por el extremo O'

i = intensidad que demanda el primario de cada transformador

Z = Impedancia acumulada desde el extremo O hasta cada punto del anillo de MT

$Z = R - jX$

$R = R_{\Omega/km} \times L$

$X = X_{\Omega/km} \times L$

L = longitud desde el origen O hasta el punto considerado del anillo de MT en km

Z_T = impedancia total acumulada desde el extremo O hasta el extremo O'

Después de determinar las corrientes por ambos extremos del anillo de MT procederemos a determinar el punto de mínima tensión (pmt). El anillo de MT alimentará a 13 transformadores tipo miniBLOK de 400 KVA cada uno.

El proceso de cálculo del pmt en un anillo de MT es el siguiente:

- 1) Se coge la corriente que entra al anillo de MT por el extremo O (I_x).
- 2) Se restará de la I_x en cada punto de las cargas repartidas por el anillo de MT (transformadores) la intensidad que demanda dicho punto (intensidad que demanda el primario de cada transformador) hasta llegar al punto en el cual la componente activa de la intensidad resultante que circula por el anillo cambie de signo. Dicho punto será el punto de mínima tensión (pmt).

Una vez calculado el punto de mínima tensión (pmt) abriremos el anillo de MT por dicho punto y lo separaremos en 2 ramas independientes que analizaremos por separado como si fuera una línea con cargas repartidas. La caída de tensión para una línea con cargas repartidas se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left[\sum (R_{Ti} \times I_{a_i} + X_{Ti} \times I_{r_i}) \right] \rightarrow \text{Expresión del Momento Eléctrico}$$

Siendo:

ΔU = caída de tensión por la rama desde el origen hasta el final en voltios

R_{Ti} = Resistencia acumulada de la línea desde el origen hasta el punto considerado

$R_{Ti} = R_{\Omega/km} \times L$

L = longitud desde el origen hasta el punto considerado de la rama en km

I_{a_i} = intensidad activa de la carga en cada punto

X_{Ti} = reactancia acumulada de la línea desde el origen hasta el punto considerado

$X_{Ti} = X_{\Omega/km} \times L$

L = longitud desde el origen hasta el punto considerado de la rama en km

I_{r_i} = intensidad reactiva de la carga en cada punto

3) Criterio de Cortocircuito.

Después de comprobar que cada rama del anillo de MT cumple el criterio de calentamiento y de caída de tensión, finalmente tenemos que comprobar que cumple el criterio de cortocircuito.

La intensidad de cortocircuito que vamos a tener a la salida del entronque A/S viene determinada por la potencia de cortocircuito que vamos a tener en el entronque. Dicho dato nos lo proporciona Iberdrola y será de $S_{cc}=350$ MVA. Por lo que la intensidad de cortocircuito (I_{cc}) que tendremos en el punto de entronque será de:

$$S_{cc} = \sqrt{3} \times V \times I_{cc} \rightarrow I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times V} = \frac{350 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 10103 \text{ A} = 10,1 \text{ KA}$$

Consideraremos el caso más desfavorable hipotético de que dicha intensidad de cortocircuito la vamos a tener en cualquier punto de nuestra red de MT. En realidad esto no es así ya que a medida que nos alijamos del generador (central) la impedancia de cortocircuito aumenta y por consiguiente disminuye la intensidad de cortocircuito, es decir, en caso real la I_{cc} en el entronque A/S será de 10,1 KA y en el cualquier punto del anillo de MT y en la acometida hacia el abonado de MT tendrá menos valor. O lo que es lo mismo, al principio de una línea la corriente de cortocircuito tendrá más valor que al final de dicha línea. Pero diseñaremos nuestra red de MT con las máximas exigencias considerando que la I_{cc} es de 10,1 KA en todos los puntos de nuestra red de MT. Por tanto el cable tiene que aguantar el efecto térmico de la corriente de cortocircuito antes de actuar las protecciones (fusibles XS en el entronque A/S que protegerán la acometida general de MT y fusibles limitadores en las celdas de línea que instalaremos en el Centro de Transformación y Reparto CTR-10 que protegerán ambas ramas del anillo y la acometida hacia el abonado de MT).

Los fusibles que acabamos de citar y sus curvas de disparo ya fueron descritos en el apartado "Memoria".

Para probar que la sección elegida pueda soportar dicha corriente de cortocircuito de 10,1 KA tenemos que comprobar que se cumple la expresión de equilibrio térmico:

$$I_{cc} \times \sqrt{t} = K \times S$$

Siendo:

I_{cc} = corriente de cortocircuito en las condiciones más desfavorables (10,1 KA)

t = tiempo de actuación de la protección. Se saca de la curva de disparo del fusible

K = Constante del cable. Depende principalmente de las propiedades del aislamiento

S = Sección mínima que debería tener el conductor para soportar la I_{cc} de 10,1 KA

La constante K la podemos sacar de la tabla que nos proporciona el reglamento de alta tensión en su instrucción **ITC-LAT-06** y la norma particular de Iberdrola **MT 2.31.01**

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección $\leq 300 \text{ mm}^2$ sección $> 300 \text{ mm}^2$	90 70	240 215	170 152	138 124	107 96	98 87	76 68	62 55	53 48	48 43	43 39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* $\Delta\theta$ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

En dicha tabla nos muestra la densidad máxima de corriente que pueden soportar los cables durante un tiempo que dura el cortocircuito. La densidad de corriente se mide en A/mm². Volviendo a la expresión de equilibrio térmico e igualando el tiempo de actuación del elemento de protección (fusible) a 1 obtenemos el siguiente resultado:

$$I_{cc} \times \sqrt{t} = K \times S \rightarrow I_{cc} \times \sqrt{1} = K \times S \rightarrow K = \frac{I_{cc}}{S} = \delta = 89 \text{ A/mm}^2$$

Es decir, para $t = 1 \rightarrow K = \delta = 89 \text{ A/mm}^2$

Despejando la sección de la ecuación de equilibrio térmico tendremos:

$$S = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K}$$

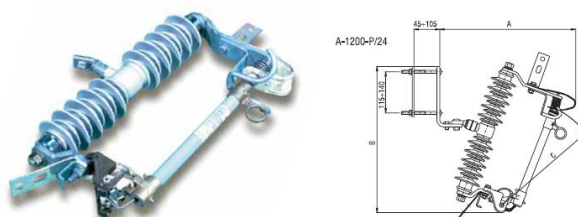
Como ya hemos dicho antes para que la sección elegida sea válida por el criterio de cortocircuito se tiene que cumplir que:

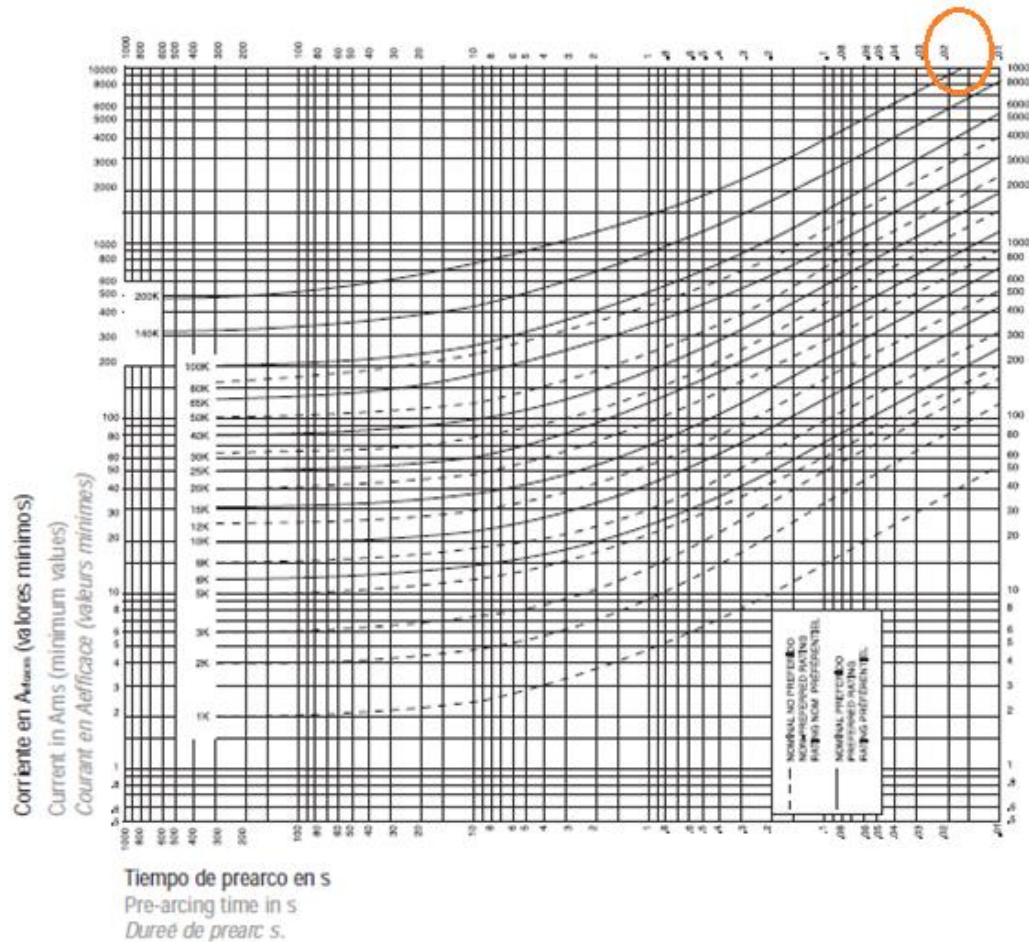
$$S < S_{elegida}$$

Según las curvas de fusión de los fusibles vistas en la “Memoria” el tiempo de disparo de los fusibles utilizados será muy pequeño. Se puede considerar instantáneo.

Tiempo de Fusión de los Fusibles XS que instalaremos en el entronque A/S.

El tiempo de fusión para una intensidad de cortocircuito de 10,1 KA de los fusibles XS que instalaremos en el entronque A/S y que protegerán la acometida general de MT será de 0,02 segundos. Dicho dato se puede sacar de la curva de fusión que nos proporciona el fabricante INAEI de sus fusibles XS:



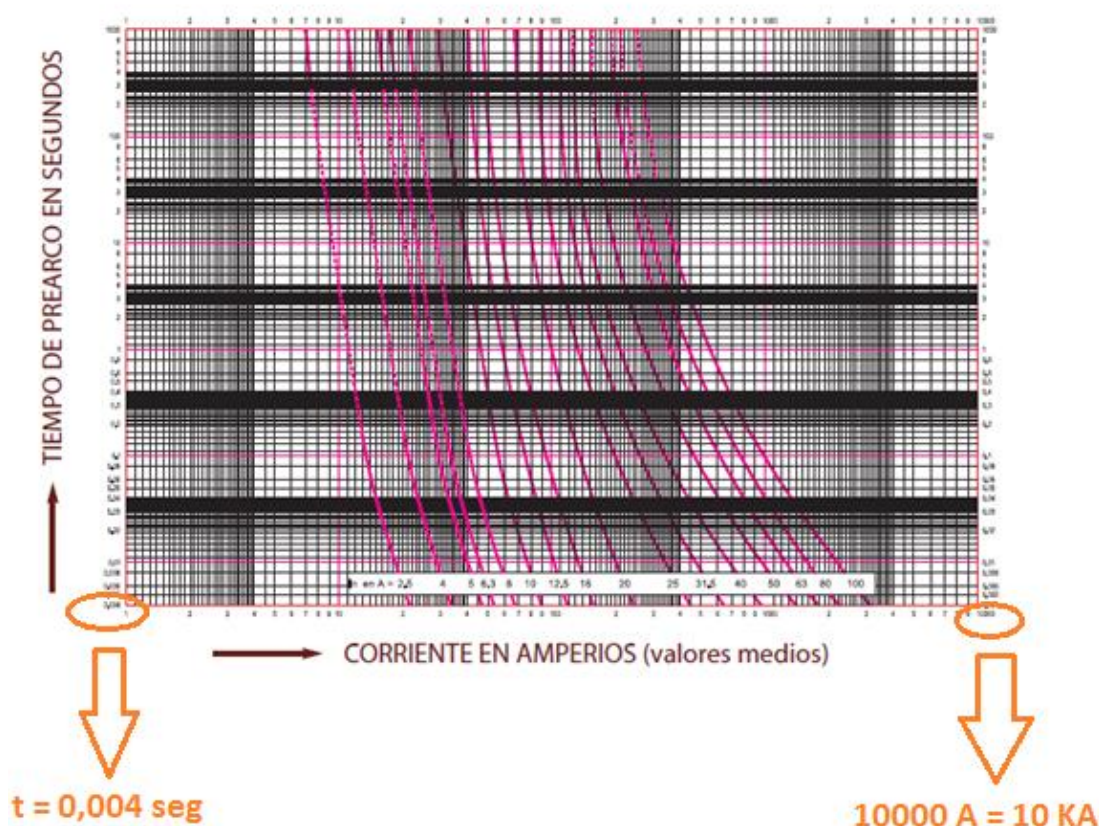


t=0,02 segundos. Dato que podemos utilizar en la ecuación de equilibrio térmico para la comprobación por el criterio de cortocircuito de la sección de la acometida general de MT.

Tiempo de Fusión de los Fusibles Limitadores de las Celdas de MT

El tiempo de fusión para una intensidad de cortocircuito de 10,1 KA de los fusibles limitadores que instalaremos en las celdas de línea de MT del CTR-10 y que protegerán la acometida hacia el abonado de MT y ambas ramas del anillo de MT será de 0,004 segundos. Dicho dato se puede sacar de la curva de fusión que nos proporciona el fabricante INAEL de sus fusibles limitadores:





$t=0,004$ segundos. Dato que podemos utilizar en la ecuación de equilibrio térmico para la comprobación por el criterio de cortocircuito de las secciones de la acometida hacia el abonado de MT y de ambas ramas del anillo de MT.

Otro aspecto importante que tenemos que considerar es la intensidad de cortocircuito que pueden soportar las pantallas de cobre que tienen los cables HEPRZ1. Las intensidades de cortocircuito que pueden soportar las pantallas de cobre son inversamente proporcionales al tiempo de duración del cortocircuito. El fabricante PRYSMIAN proporciona para sus cables HEPRZ1 la siguiente tabla con los valores máximos de la corriente de cortocircuito que pueden soportar los hilos de cobre de las que se compone la pantalla de cables de MT HEPRZ1:

TABLA XII

Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm.

Sección de pantalla mm ²	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

Vemos que para un tiempo de duración de cortocircuito de 0,1 segundo la intensidad máxima de cortocircuito es de $I_{cc} = 8320 \text{ A}$. Como nuestro tiempo máximo de duración de cortocircuito va a ser de $t = 0,02$ segundos determinado por la curva de disparo de los fusibles XS. Luego vemos que tenemos suficiente margen porque los fusibles tienen el disparo prácticamente instantáneo aunque la intensidad de cortocircuito prevista sea de 10,1 KA.

Una tabla parecida pero con valores ligeramente inferiores nos encontramos en la norma particular de Iberdrola **MT 2.31.01**:

Tabla 25
Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA

Aislamiento	Sección mm ²	Duración en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01
XLPE	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Pero por lo mismo que hemos dicho antes, considerando que nuestro tiempo de actuación de los fusibles será de 0,02 y 0,004 segundos, tenemos suficiente margen de protección aunque la corriente de cortocircuito prevista sea de 10,1 KA.

2.2.2 Cálculo de Acometida General de MT

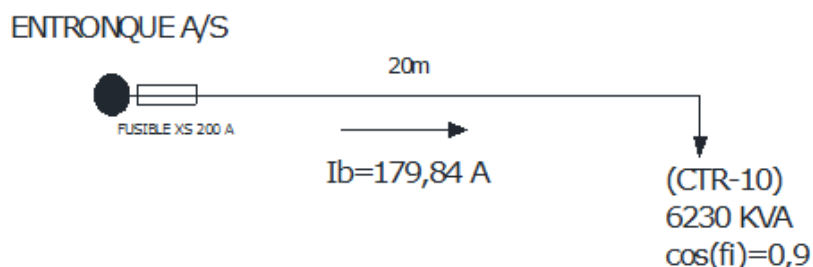
La acometida general de MT irá enterrada bajo tubo cruzando la carretera desde el entronque A/S hasta el CTR-10. Como el tramo de cruzamiento de carretera será de longitud de 12 metros y el tubo será relleno con aglomerado especiales, luego podemos considerar el trazado eléctricamente como **directamente enterrado**.

La acometida general desde el entronque A/S hasta el Centro de Transformación y Reparto CTR-10 tendrá una longitud total de unos 20 metros, contando desde las botellas terminales hasta las celdas del CTR-10. El CTR-10 alimentará a 13 transformadores tipo miniBLOK de 400 KVA cada uno (CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT11, CT12, CT13 y CT14) a través del anillo de MT, más un transformador de 400 KVA del propio centro de reparto (CT10). Además de eso, desde el CTR-10 parte una acometida hacia el CT del abonado en MT que tendrá una potencia de 630 KVA que alimentará un centro comercial. Luego la acometida general hasta el centro de reparto deberá soportar en condiciones más desfavorables la intensidad en servicio permanente de los 14 transformadores de 400 KVA y 1 transformador de 630 KVA trabajando todas a plena carga.

$$S_{max} = 14 \times 400 + 630 = 6230 \text{ KVA}$$

Luego la intensidad en servicio permanente que va a circular por un conductor de la acometida general en estas condiciones será:

$$I_b = \frac{S_{max}}{\sqrt{3} \times V} = \frac{6230}{\sqrt{3} \times 20} = 179,84 \text{ A}$$



Por la zanja de la acometida general de MT no discurre ningún circuito más en paralelo por lo que tendremos una terna de cables correspondientes a la propia acometida general. Las condiciones de instalación son las siguientes:

- **Temperatura del terreno: 25°C**
- **Terreno de resistividad térmica normal: 1,5 K.m/W**
- **Profundidad de enterramiento de cables de MT: 1m**
- **Una terna de cables unipolares en contacto mutuo**

Por tanto tenemos las condiciones estándar y no tenemos que utilizar ningún coeficiente de corrección de la intensidad máxima admisible en servicio permanente para cables directamente enterrados, es decir:

$$K_t = 1$$

$$K_r = 1$$

$$K_p = 1$$

$$K_a = 1$$

$$Y \text{ como consecuencia de eso } K_T = K_t \times K_r \times K_p \times K_a = 1 \rightarrow K_T = 1$$

Iberdrola para sus redes de distribución de MT en su normativa particular **MT 2.31.01** dice lo siguiente:

Para conseguir la necesaria regularidad y calidad en los suministros de energía eléctrica las líneas principales con previsión de integrarse en redes malladas o con exlotación con doble alimentación deberán mantener su sección a lo largo de su recorrido. Estas líneas, en caso de redes urbanas tendrán una sección mínima será de 400 mm² y en redes rurales de 240 mm².

Consideramos nuestra red de MT como rural porque el polígono residencial objeto de este proyecto se encuentra en una zona rural. Luego la sección mínima que deberían tener los cables de la acometida general de MT y del anillo de MT será de 240 mm². Para derivaciones se puede utilizar una sección de 150 mm². Luego para la acometida hacia el abonado de MT usaremos una sección de 150 mm².

Recordando que las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para instalación directamente enterrada podemos consultar de la siguiente tabla del ITC-LAT-06:

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm ²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

1) Criterio de Calentamiento

$$I_b = 179,84 \text{ A}$$

$$S = 240 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z = 365 \text{ A} \rightarrow I'_z = K_T \times I_z = 1 \times 365 = 365 \text{ A}$$

$$f.d.c = \frac{I_b}{I'_z} = \frac{179,84}{365} = 0,49 < 0,9 \text{ OK}$$

Cumple el **CRITERIO DE CALENTAMIENTO**

2) Criterio de Caída de Tensión

Para calcular la caída de tensión en una línea de MT con una carga al final utilizaremos la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_b \times L \times (R \times \cos\varphi + X \times \sin\varphi)$$

Los parámetros del cable con la sección elegida los encontramos en la siguiente tabla del documento de Iberdrola **MT 2.31.01**:

Tabla 2a
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
150	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C
Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

$$I_b = 179,84 \text{ A}$$

$$L = 0,02 \text{ km}$$

$$R = 0,169 \text{ Ω/km}$$

$$X = 0,105 \text{ Ω/km}$$

$$\cos\varphi = 0,9$$

$$\sin\varphi = 0,43$$

Sustituyendo los datos en la formula anterior obtenemos una caída de tensión de:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 179,84 \times 0,02 \times (0,169 \times 0,9 + 0,105 \times 0,43) = 1,22 \text{ V}$$

El % de la caída de tensión respecto al valor nominal de red será:

$$\% \Delta U = \frac{\Delta U}{U} \times 100 = \frac{1,22}{20000} \times 100 = 0,000061 \% < 5\% \text{ OK}$$

Cumple el **CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN**

3) Criterio de Cortocircuito

Para comprobar que la sección elegida cumple el criterio de cortocircuito tenemos que comprobar que la sección que nos sale con la ecuación de equilibrio térmico es menor que la sección del cable elegido.

Recordando que el elemento de protección que protege la acometida general de MT son los fusibles XS cuyo tiempo de actuación para una $I_{cc} = 10,1 \text{ KA}$ lo sacamos de la curva de disparo de dichos fusibles y será de 0,02 segundos. La constante K del conductor la sacamos en apartados anteriores y determinamos que era $K = 89$.

$$I_{cc} \times \sqrt{t} = K \times S \rightarrow S = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K} = \frac{10103 \times \sqrt{0,02}}{89} = 16,05 \text{ mm}^2 < 240 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

Cumple el **CRITERIO DE CORTOCIRCUITO**

El calibre de fusibles que instalaremos en el entronque A/S para proteger la acometida general de MT será de calibre 200 A.

Luego también cumplen las ecuaciones secundarias de diseño que utilizamos en baja tensión:

$$a) I_b < I_n < I'z \rightarrow 179,84 < 200 < 365 \text{ OK}$$

$$b) 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'z \rightarrow 1,6 \times 200 < 1,45 \times 365 \rightarrow 320 < 529,25 \text{ OK}$$

INCISO

Como hemos visto antes la $S_{cc} = 350 \text{ MVA}$ (en el entronque). La Z_{cc} en el entronque se suele considerar igual a la impedancia de la red “Zred”, y debido al fuerte carácter inductivo de la misma podemos considerar $Z_{red} = X_{red}$.

La intensidad de cortocircuito de choque se suele calcular con la siguiente expresión:

$$I_{ch} = X\sqrt{2} \times I_{cc} = 1,8\sqrt{2} \times 10,1 = 25,71 \text{ KA}$$

Este es un valor teórico máximo de una corriente de cortocircuito de choque. Iberdrola en su documento **NI 76.06.11** que regula los fusibles de expulsión XS dice que los fusibles homologados tienen un poder de corte de 8 KA (valor eficaz) y el valor de cresta máximo que admiten es de 20 KA.

$$I_{ch_{adm}} = 20 \text{ KA} < 25,71 \text{ KA} = I_{ch_{teórica}}$$

$$I_{cc} = 8 \text{ KA} < 10,1 \text{ KA} = I_{cc_{teórica}}$$

Podemos añadir que la corriente de cortocircuito calculada es la máxima teórica $I_{cc} = 10,1 \text{ KA}$ y por consiguiente la corriente de cortocircuito de choque es también la máxima teórica. Pero la experiencia práctica nos dice que se puede utilizar un coeficiente práctico de 1,6.

$$I_{ch} = 1,6 \times I_{cc}$$

Esto es debido a que no siempre se produce la máxima corriente de cortocircuito asimétrica en las 3 fases (en caso de haber un cortocircuito trifásico), es decir, como mucho en una de las fases la fem para por cero que provocará la I_c máxima asimétrica y en las otras 2 fases la fem no pasa por cero. Esto es debido a que hay un desfase de 120° entre las 3 fases. Luego la

corriente de cortocircuito en las otras 2 fases tendrá un cierto valor pero no el máximo asimétrico, por tanto, las corrientes de cortocircuito de choque en otras 2 fases serán inferiores a la máxima teórica calculada ($I_{ch} = 25,71 \text{ KA}$).

Con este razonamiento la corriente de cortocircuito práctica será de $I_{ch} = 1,6 \times 10,103 = 16,16 \text{ KA}$ que es inferior a lo que aguanta el fusible homologado por Iberdrola (20 KA).

Aun así en caso de que Iberdrola no permita instalar fusibles XS homologados en el documento **NI. 76.06.11** las soluciones que podríamos tomar son las siguientes:

1) Instalar fusibles XS de un fabricante Americano S&C Electric Company tipo SMD-20 o SMD-40 que tiene un distribuidor oficial en Barcelona. Las características de dichos fusibles vimos en la "Memoria":

Unidades fusibles: distribución en exteriores



Fusibles de potencia SMD®

Los fusibles de potencia SMD son especialmente adecuados para proteger transformadores, bancos de condensadores y cables en subestaciones de distribución en exteriores hasta 34,5 kV. Incorporan elementos de fusibles de plata o níquel-cromo de precisión no deteriorables con características de tiempo-corriente excepcionalmente precisas que aseguran no sólo un rendimiento fiable, sino también una continua confiabilidad de los planes de coordinación de sistemas.

Con los fusibles de potencia SMD, los dispositivos del lado de la fuente se pueden configurar para una operación más rápida que la práctica con otros fusibles de potencia o disyuntores, brindando así una mejor protección del sistema sin comprometer la coordinación.



S&C ELECTRIC COMPANY
Excelencia a través de la Innovación

CARACTERÍSTICAS

CAPACIDADES

INTERRUPCIÓN DE FALLA

ESTILOS

MANEJO DE FUSIBLES

APOYO AL PRODUCTO

Capacidades

Tipo de fusible	KV			Amperios, RM S, simétricos		
	Nominal	Máximo	Nivel básico de atenuación (NBAI)	Máximo	Interrupción	
					60 Hz	50 Hz
SMD-20	14.4	17.0	110	200E o 200K	14 000	11 200
	14.4	17.0	125	200E o 200K	14 000	11 200
	14.4	17.0	150	200E o 200K	14 000	11 200
	25	27	150	200E o 200K	12 500	10 000
	34.5	38	200	200E o 200K	10 000	8 000
SMD-40	4.8	5.5	95	400E	25 000	20 000
	14.4	17.0	110	400E	25 000	20 000
	25	29	150	400E	20 000	16 000

2) Instalar un seccionador electrónico CRS en vez de fusibles XS en el entronque A/S.

3) Instalar un Órgano de Corte en Red (OCR) que tiene un aislamiento en SF6 y es un interruptor-seccionador.

Cálculo de la Capacidad de Transporte de la Línea

$$P \times L = \frac{V^2}{100 \times (R + X \times \tan \varphi)} \times \% \Delta U = \frac{20^2}{100 \times (0,169 + 0,105 \times 0,484)} \times 5 = 90,98 \text{ MW} \times \text{km}$$

La potencia máxima de transporte por límite de caída de tensión será:

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{90,98 \text{ (MW} \times \text{km)}}{0,02 \text{ (km)}} = 4549 \text{ MW}$$

La distancia máxima de transporte por límite de caída de tensión será:

$$L = \frac{P \times L}{P} = \frac{90,98 \text{ (MW} \times \text{km)}}{6,23 \times \cos \varphi \text{ (MW)}} = \frac{90,98 \text{ (MW} \times \text{km)}}{6,23 \times 0,9 \text{ (MW)}} = 16,23 \text{ km}$$

SOLUCIÓN:

Conductor: AL HEPRZ1 3x240 mm²

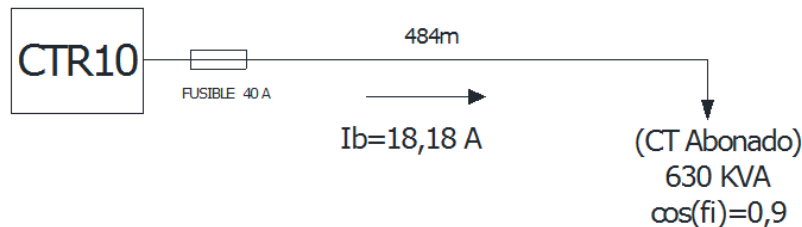
2.2.3 Cálculo de la Acometida Hacia el Abonado de MT

La acometida hacia el abonado de MT irá directamente enterrada y en cruces de carretera bajo tubo. Como los tramos de cruzamiento de carretera serán de longitud inferior a 15 metros y el tubo será relleno con aglomerado especiales, luego podemos considerar todo el trazado eléctricamente como **directamente enterrado**.

La acometida hacia el abonado de MT tendrá una longitud total de unos 484 metros desde el Centro de Transformación y Reparto CTR-10 hasta el CT del abonado. El CT de abonado tendrá una potencia nominal de 630 KVA. Luego diseñaremos dicha acometida en función de la potencia nominal del transformador que alimenta para considerar el caso más desfavorable de estar trabajando el transformador a plena carga.

Luego la intensidad en servicio permanente que va a circular por un conductor de la acometida hacia el abonado de MT en estas condiciones será:

$$I_b = \frac{S_{CTabonado}}{\sqrt{3} \times V} = \frac{630}{\sqrt{3} \times 20} = 18,18 \text{ A}$$



1) Criterio de Calentamiento

$$I_b = \frac{S_{CTabonado}}{\sqrt{3} \times V} = \frac{630}{\sqrt{3} \times 20} = 18,18 \text{ A}$$

Por la zanja que sale desde el CTR-10 y contiene el cable que alimenta al CT de abonado discurren 6 ternas de cables más, luego serán 7 ternas de cables en total. Aunque el tramo de la zanja que contiene esos 7 ternas de cables (4 ternas de BT y 3 ternas de MT) **PLANO 39** tiene una longitud de tan sólo de 8 metros, lo vamos a considerar como tramo más desfavorable para diseñar la instalación con máxima seguridad posible. Los cables de MT estarán enterrados a una profundidad de 1 metro y los cables de BT a una profundidad de 0,7 metros. En los cruces de calzada serán enterrados bajo tubo, pero como los cruces que vamos a tener ninguno supera los 15 metros de longitud y los tubos se rellenan con aglomerados especiales que hacen que la instalación se comporte eléctricamente como directamente enterrada. La separación entre ternas de cables en el plano horizontal será de 400 mm (0,4 metros).

Las condiciones de instalación serán las siguientes:

- **Temperatura del terreno: 25°C**
- **Terreno de resistividad térmica normal: 1,5 K.m/W**
- **Profundidad de enterramiento de cables de MT: 1m**
- **7 ternas de cables en 2 planos (4 de BT en plano superior y 3 de MT en el plano inferior)**

Para acometidas individuales Iberdrola permite utilizar una sección de 150 mm². La intensidad máxima admisible en servicio permanente para un conductor HEPRZ1 de 150 mm² en condiciones estándar la sacamos de la tabla de ITC-LAT-06:

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm ²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Iz = 275 A

Los coeficientes de corrección de la intensidad máxima admisible en servicio permanente los sacamos también del reglamento de alta tensión de la instrucción ITC-LAT-06:

- Coeficiente de Corrección por distinta temperatura del terreno K_t

Tabla 7. Factor de corrección, F_t para temperatura del terreno distinta de 25 °C

Temperatura °C Servicio Permanente t_s	Temperatura del terreno, t_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Para una temperatura del terreno considerada de 25°C → $K_t = 1$

- Coeficiente de corrección por distinta resistividad térmica del terreno K_r

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
Cables en interior de tubos enterrados	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está mas seco. La tabla 9 muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Para una resistividad térmica del terreno considera de 1,5 K.m/W $\rightarrow K_r = 1$

- **Coefficiente de corrección por distinta profundidad de enterramiento K_p**

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

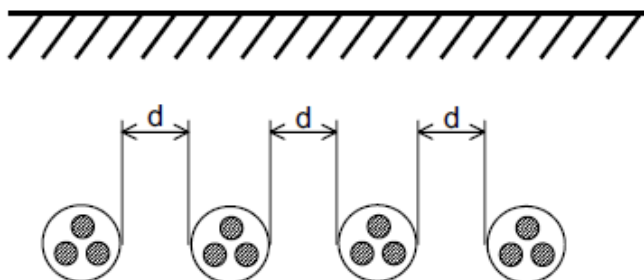
Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Para una profundidad de enterramiento considerada de 1m $\rightarrow K_p = 1$

- **Coefficiente de corrección por agrupamiento de conductores K_a**

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



Para 7 ternas de cables separados 0,4 metros en el tramo más desfavorable y considerando la instalación directamente enterrada $\rightarrow K_a = 0,68$

Luego el coeficiente de corrección total será el producto de todos los coeficientes de corrección determinados antes: $K_T = K_t \times K_r \times K_p \times K_a = 1 \times 1 \times 1 \times 0,68 = 0,68 \rightarrow K_T = 0,68$

Luego la intensidad real admisible para nuestras condiciones de instalación ($I'z$) será:

$$I'z = K_T \times Iz = 0,68 \times 275 = 187 \text{ A}$$

Por consiguiente el factor de carga del conductor será el siguiente:

$$f.d.c = \frac{Ib}{I'z} = \frac{18,18}{187} = 0,1 < 0,9 \text{ OK}$$

Cumple el **CRITERIO DE CALENTAMIENTO**

2) Criterio de Caída de Tensión

La caída de tensión para una línea que alimenta a una carga situada al final de dicha línea se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_b \times L \times (R \times \cos\varphi + X \times \sin\varphi)$$

Los parámetros del cable con la sección elegida los encontramos en la siguiente tabla del documento de Iberdrola **MT 2.31.01**:

Tabla 2a
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
150	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C
 Temperatura máxima en cortocircuito $t < 5s$ 250°C

$$I_b = 18,18 \text{ A}$$

$$L = 0,484 \text{ km}$$

$$R = 0,277 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$X = 0,112 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\cos\varphi = 0,9$$

$$\sin\varphi = 0,43$$

Sustituyendo los datos en la formula anterior obtenemos una caída de tensión de:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 18,18 \times 0,484 \times (0,277 \times 0,9 + 0,112 \times 0,43) = 4,59 \text{ V}$$

El % de la caída de tensión total desde el entronque respecto al valor nominal de red será:

$$\% \Delta U = \frac{\Delta U_T}{U} \times 100 = \frac{1,22 + 4,59}{20000} \times 100 = 0,029 \% < 5\% \text{ OK}$$

Cumple el **CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN**

3) Criterio de Cortocircuito

Para comprobar que la sección elegida cumple el criterio de cortocircuito tenemos que comprobar que la sección que nos sale con la ecuación de equilibrio térmico es menor que la sección del cable elegido.

Recordando que el elementos de protección que protegen la acometida hacia el abonado de MT son los fusibles limitadores que instalaremos en la celda de salida de línea del centro de transformación y reparto. El calibre de fusible elegido que protegerá la acometida hacia el CT del abonado de 630 KVA la podemos sacar de la siguiente tabla de la norma particular de Iberdrola **MT 2.13.40**:

TABLA 2: Fusibles limitadores para centros de transformación particulares

Tensión red kV	Potencia del centro de transformación (kVA)									Tensión asignada del fusible
	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	
11	25 A	25 A	32 A	40 A	40 A	63 A	63 A	100 A	100 A	24 kV
13,2	20 A	25 A	25 A	32 A	40 A	63 A	63 A	80 A	100 A	
15	20 A	25 A	25 A	32 A	40 A	40 A	63 A	63 A	100 A	
20	16 A	16 A	25 A	25 A	32 A	32 A	40 A	63 A	63 A	
30	10 A	16 A	16 A	20 A	25 A	25 A	32 A	40 A	40 A	36 kV

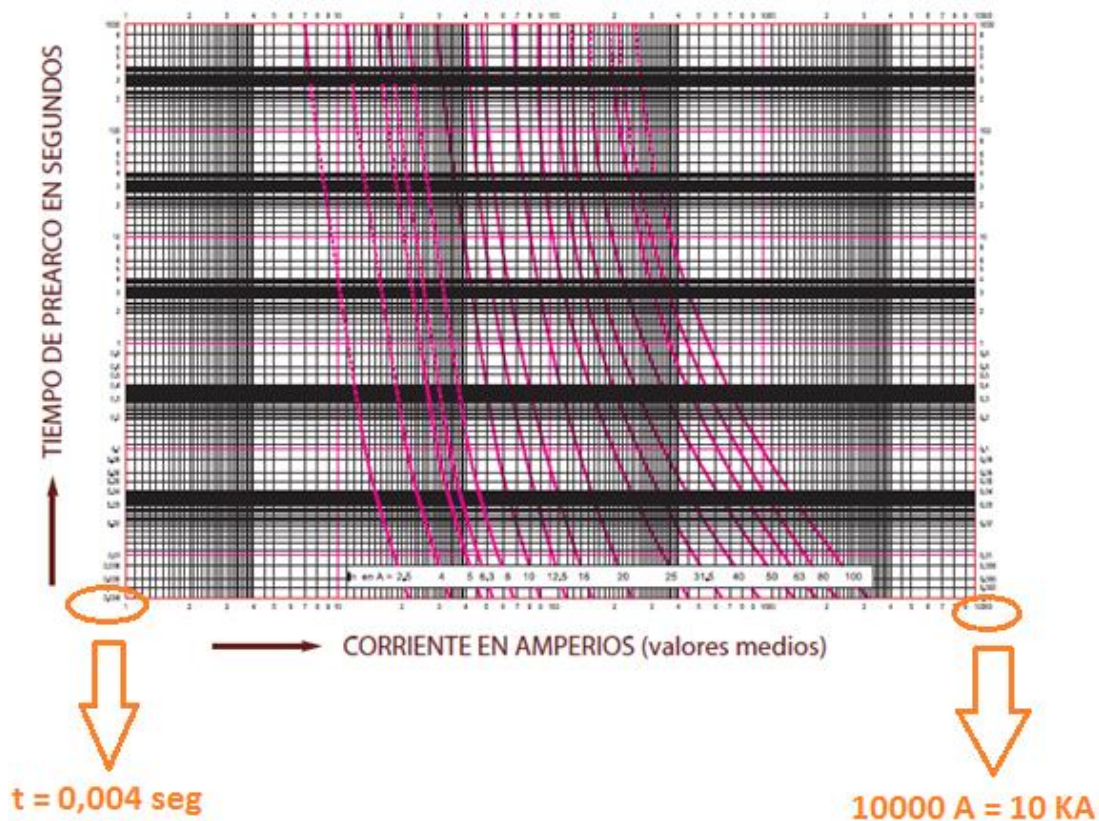
Dicha norma regula los calibres de fusibles que tenemos que instalar para proteger el transformador. Pero como la acometida hacia el CT del abonado únicamente alimentará al propio CT, luego para proteger la acometida podemos usar los mismos fusibles que protegerán el propio CT del abonado.

Los fusibles limitadores utilizados en este caso han sido descritos en el apartado “Memoria” y son del siguiente aspecto:



Decidimos considerar una corriente de cortocircuito de 10,1 KA, calculada anteriormente en el entronque A/S, para toda nuestra red de MT para diseñarla con la máximas exigencias posibles.. El tiempo de actuación para una $I_{cc} = 10,1 \text{ KA}$ lo sacamos de la curva de disparo de dichos fusibles y será de 0,004 segundos. La constante K del conductor la sacamos en apartados anteriores y determinamos que era $K = 89$.

La curva de disparo de dichos fusibles limitadores la vimos en apartados anteriores y será la siguiente:



$$I_{cc} \times \sqrt{t} = K \times S \rightarrow S = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K} = \frac{10103 \times \sqrt{0,004}}{89} = 7,17 \text{ mm}^2 < 150 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

Cumple el **CRITERIO DE CORTOCIRCUITO**

El calibre de fusibles que instalaremos en la celda de salida del CTR-10 para proteger la acometida hacia el abonado de MT será de calibre 40 A.

Luego también cumplen las ecuaciones secundarias de diseño que utilizamos en baja tensión:

- a) $I_b < I_n < I'z \rightarrow 18,18 < 40 < 187 \text{ OK}$
- b) $1,6 \times I_n < 1,45 \times I'z \rightarrow 1,6 \times 40 < 1,45 \times 187 \rightarrow 64 < 271,15 \text{ OK}$

Cálculo de la Capacidad de Transporte de la Línea

$$P \times L = \frac{V^2}{100 \times (R + X \times \tan \phi)} \times \% \Delta U = \frac{20^2}{100 \times (0,277 + 0,112 \times 0,484)} \times 5 = 60,38 \text{ MW} \times \text{km}$$

La potencia máxima de transporte por límite de caída de tensión será:

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60,38 \text{ (MW} \times \text{km)}}{0,484 \text{ (km)}} = 124,75 \text{ MW}$$

La distancia máxima de transporte por límite de caída de tensión será:

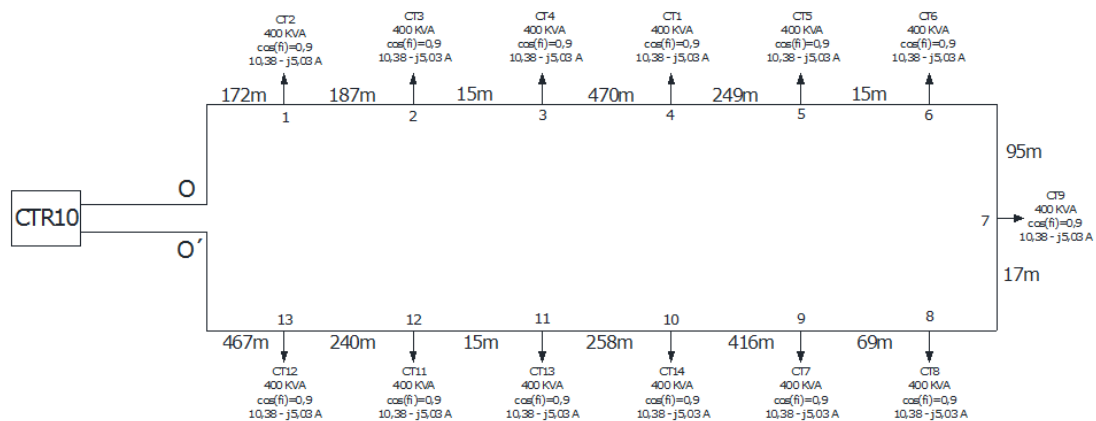
$$L = \frac{P \times L}{P} = \frac{60,38 (MW \times km)}{0,63 \times \cos\varphi (MW)} = \frac{60,38 (MW \times km)}{0,63 \times 0,9 (MW)} = 106,49 km$$

SOLUCIÓN:

Conductor: AL HEPRZ1 3x150 mm²

2.2.4 Cálculo del Anillo de MT

El anillo de MT enlazará y alimentará a 13 transformadores tipo miniBLOK de 400 KVA cada uno ubicados en el polígono residencial. El esquema y las distancias entre los transformadores se ve en la siguiente figura:



1) Criterio de Calentamiento

La potencia total que tiene que entregar el anillo de MT a los 13 transformadores será:

$$S_T = 13 \times 400 = 5200 KVA$$

La intensidad total que tendríamos si todos los transformadores estuvieran alimentados sólo por un extremo del anillo sería:

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3} \times V} = \frac{5200}{\sqrt{3} \times 20} = 150,11 A$$

Las condiciones de instalación para ambas ramas del anillo considerando el tramo más desfavorable la salida desde el CTR-10 que contiene en la misma zanja 4 ternas de cables de BT (2 anillos de BT del trafo CT10) y 3 ternas de cables de MT (anillo de MT y acometida hacia el abonado de MT) **PLANO 39**. Dicho tramo tendrá una longitud de 8 metros y cruzará la carretera hacia la parcela 10 y por tanto será con conductores intubados. Pero como la

canalización bajo tubo es inferior a 15 metros y los tubos se rellenarán con aglomerados especiales que hacen que la instalación se comporte eléctricamente como una instalación directamente enterrada y por consiguiente vamos a utilizar tablas de cálculo para una instalación directamente enterrada.

Las condiciones de instalación son las siguientes:

- **Temperatura del terreno: 25°C**
- **Terreno de resistividad térmica normal: 1,5 K.m/W**
- **Profundidad de enterramiento de cables de MT: 1m**
- **7 ternas de cables en 2 planos (4 de BT en plano superior y 3 de MT en el plano inferior)**

Para redes de distribución pública como hemos visto antes en la norma particular de Iberdrola MT2.31.01 se permite utilizar una sección mínima de 240 mm². La intensidad máxima admisible en servicio permanente para un conductor HEPRZ1 de 240 mm² en condiciones estándar la sacamos de la tabla de ITC-LAT-06:

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm ²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Iz=365 A

Los coeficientes de corrección de la intensidad máxima admisible en servicio permanente los sacamos también del reglamento de alta tensión de la instrucción ITC-LAT-06:

- **Coeficiente de Corrección por distinta temperatura del terreno K_t**

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

Temperatura °C Servicio Permanente es	Temperatura del terreno, θ_a , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Para una temperatura del terreno considerada de 25°C $\rightarrow K_t = 1$

- Coeficiente de corrección por distinta resistividad térmica del terreno K_r

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está mas seco. La tabla 9 muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Para una resistividad térmica del terreno considera de 1,5 K.m/W $\rightarrow K_r = 1$

- Coeficiente de corrección por distinta profundidad de enterramiento K_p

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

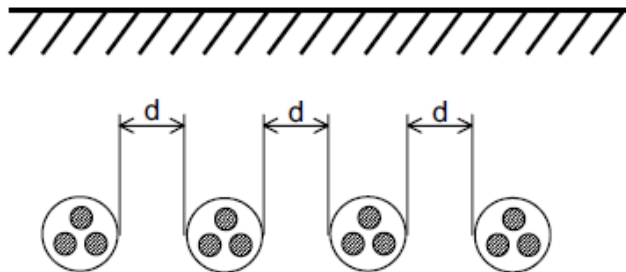
Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Para una profundidad de enterramiento considerada de 1m $\rightarrow K_p = 1$

- Coeficiente de corrección por agrupamiento de conductores K_a

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



Para 7 ternas de cables separados 0,4 metros en el tramo más desfavorable y considerando la instalación directamente enterrada → $K_a = 0,68$

Luego el coeficiente de corrección total será el producto de todos los coeficientes de corrección determinados antes: $K_T = K_t \times K_r \times K_p \times K_a = 1 \times 1 \times 1 \times 0,68 = 0,68 \rightarrow K_T = 0,68$

Luego la intensidad real admisible para nuestras condiciones de instalación ($I'z$) será:

$$I'z = K_T \times Iz = 0,68 \times 365 = 248,2 A$$

Por consiguiente el factor de carga del conductor será el siguiente:

$$f.d.c = \frac{I_T}{I'z} = \frac{150,11}{248,2} = 0,6 < 0,9 OK$$

Cumple el **CRITERIO DE CALENTAMIENTO**

Eso quiere decir que alimentando el anillo de MT por un extremo solamente, la sección mínima reglamentaria de 240 mm² aguantaría la intensidad total que demandarían los 13 transformadores y cumpliría el **CRITERIO DE CALENTAMIENTO**.

2) Criterio de Caída de Tensión

Como hemos dicho antes para un anillo de MT primero se calcula el punto de mínima tensión (pmt). Después separaremos el anillo por dicho punto en 2 ramas y calcularemos la caída de tensión para ambas ramas independientemente desde el origen hasta el final de cada rama que será el punto de mínima tensión.

La expresión que vamos a utilizar para calcular la caída de tensión para una línea de MT con cargas repartidas será:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left[\sum (R_{Ti} \times I_{a_i} + X_{Ti} \times I_{r_i}) \right] \rightarrow \text{Expresión del Momento Eléctrico}$$

Siendo:

ΔU = caída de tensión por la rama desde el origen hasta el final en voltios

R_{Ti} = Resistencia acumulada de la línea desde el origen hasta el punto considerado

$R_{Ti} = R_{\Omega/km} \times L$

L = longitud desde el origen hasta el punto considerado de la rama en km

I_{a_i} = intensidad activa de la carga en cada punto

X_{Ti} = reactancia acumulada de la línea desde el origen hasta el punto considerado

$X_{Ti} = X_{\Omega/km} \times L$

L = longitud desde el origen hasta el punto considerado de la rama en km

I_{r_i} = intensidad reactiva de la carga en cada punto

Cada primario del CT miniBLOK de 400 KVA demandará una intensidad de:

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11,54 \text{ A}$$

El factor de potencia de cada CT se considerará como:

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \varphi = \arccos(0,9) = -25,84^\circ \text{ (Inductivo)}$$

$$\sin \varphi = -0,4358 \quad \tan \varphi = -0,484$$

La intensidad en expresión fasorial que demandará cada transformador será:

$$I = 11,54[-25,84^\circ \text{ (A)}] = 11,54 \times \cos(-25,84) + j11,54 \times \sin(-25,84) = 10,38 - j5,03 \text{ (A)}$$

$$I = I_a - jI_r = 10,38 - j5,03 \text{ (A)}$$

Cálculo de las corrientes por ambos extremos:

$$I_x = \sum i - I_y \quad I_y = \frac{\sum (Z \times i)_o}{Z_T}$$

Siendo:

I_x = intensidad de corriente que entra al anillo por el extremo O

I_y = intensidad de corriente que entra al anillo por el extremo O'

i = intensidad que demanda el primario de cada transformador

Z = Impedancia acumulada desde el extremo O hasta cada punto del anillo de MT

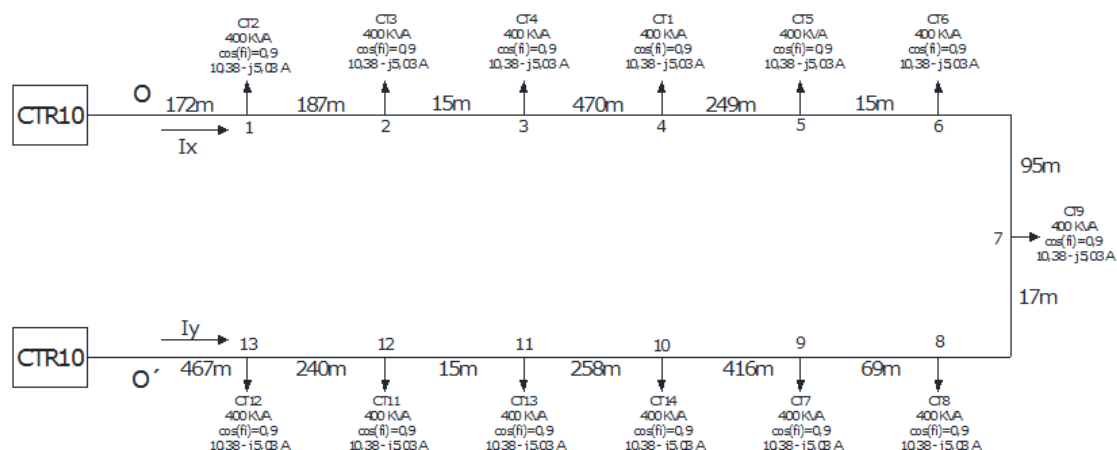
$Z = R - jX$

$R = R_{\Omega/km} \times L$

$X = X_{\Omega/km} \times L$

L = longitud desde el origen O hasta el punto considerado del anillo de MT en km

Z_T = impedancia total acumulada desde el extremo O hasta el extremo O'



Los parámetros del conductor se ven en la siguiente tabla que aparece en la norma particular de Iberdrola **MT 2.31.01**:

Tabla 2a
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
150	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C
Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Como estamos utilizando conductores de 240 mm², los parámetros eléctricos de dichos conductores serán:

$$R_{\Omega/km} = 0,169 \Omega/km$$

$$X_{\Omega/km} = 0,105 \Omega/km$$

Resistencia Acumulada

$$\begin{aligned}
 R_{01} &= R_{\Omega/km} \times L_{01} = 0,169 \times (172) \times 0,001 = 0,029 \Omega \\
 R_{02} &= R_{\Omega/km} \times L_{02} = 0,169 \times (172 + 187) \times 0,001 = 0,061 \Omega \\
 R_{03} &= R_{\Omega/km} \times L_{03} = 0,169 \times (172 + 187 + 15) \times 0,001 = 0,063 \Omega \\
 R_{04} &= R_{\Omega/km} \times L_{04} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470) \times 0,001 = 0,143 \Omega \\
 R_{05} &= R_{\Omega/km} \times L_{05} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249) \times 0,001 = 0,185 \Omega \\
 R_{06} &= R_{\Omega/km} \times L_{06} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15) \times 0,001 = 0,187 \Omega \\
 R_{07} &= R_{\Omega/km} \times L_{07} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95) \times 0,001 = 0,203 \Omega \\
 R_{08} &= R_{\Omega/km} \times L_{08} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17) \times 0,001 = 0,206 \Omega \\
 R_{09} &= R_{\Omega/km} \times L_{09} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69) \times 0,001 = 0,218 \Omega \\
 R_{010} &= R_{\Omega/km} \times L_{010} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416) \times 0,001 = 0,288 \Omega \\
 R_{011} &= R_{\Omega/km} \times L_{011} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416 + 258) \times 0,001 = 0,332 \Omega \\
 R_{012} &= R_{\Omega/km} \times L_{012} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416 + 258 + 15) \times 0,001 = 0,334 \Omega \\
 R_{013} &= R_{\Omega/km} \times L_{013} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416 + 258 + 15 + 240) \times 0,001 = 0,375 \Omega \\
 R_{00'} &= R_{\Omega/km} \times L_{00'} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416 + 258 + 15 + 240 + 467) \times 0,001 = 0,454 \Omega
 \end{aligned}$$

Reactancia Acumulada

$$\begin{aligned}
 X_{01} &= X_{\Omega/km} \times L_{01} = 0,105 \times (172) \times 0,001 = 0,018 \Omega \\
 X_{02} &= X_{\Omega/km} \times L_{02} = 0,105 \times (172 + 187) \times 0,001 = 0,038 \Omega \\
 X_{03} &= X_{\Omega/km} \times L_{03} = 0,105 \times (172 + 187 + 15) \times 0,001 = 0,039 \Omega \\
 X_{04} &= X_{\Omega/km} \times L_{04} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470) \times 0,001 = 0,089 \Omega \\
 X_{05} &= X_{\Omega/km} \times L_{05} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249) \times 0,001 = 0,115 \Omega \\
 X_{06} &= X_{\Omega/km} \times L_{06} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15) \times 0,001 = 0,116 \Omega \\
 X_{07} &= X_{\Omega/km} \times L_{07} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95) \times 0,001 = 0,126 \Omega \\
 X_{08} &= X_{\Omega/km} \times L_{08} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17) \times 0,001 = 0,128 \Omega \\
 X_{09} &= X_{\Omega/km} \times L_{09} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69) \times 0,001 = 0,135 \Omega \\
 X_{010} &= X_{\Omega/km} \times L_{010} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416) \times 0,001 = 0,179 \Omega \\
 X_{011} &= X_{\Omega/km} \times L_{011} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416 + 258) \times 0,001 = 0,206 \Omega \\
 X_{012} &= X_{\Omega/km} \times L_{012} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416 + 258 + 15) \times 0,001 = 0,208 \Omega \\
 X_{013} &= X_{\Omega/km} \times L_{013} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416 + 258 + 15 + 240) \times 0,001 = 0,233 \Omega \\
 X_{00'} &= X_{\Omega/km} \times L_{00'} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17 + 69 + 416 + 258 + 15 + 240 + 467) \times 0,001 = 0,282 \Omega
 \end{aligned}$$

Impedancia Acumulada

$$\begin{aligned}
 Z_{01} &= R_{01} - jX_{01} = 0,029 - j0,018 \Omega \\
 Z_{02} &= R_{02} - jX_{02} = 0,061 - j0,038 \Omega \\
 Z_{03} &= R_{03} - jX_{03} = 0,063 - j0,039 \Omega \\
 Z_{04} &= R_{04} - jX_{04} = 0,143 - j0,089 \Omega \\
 Z_{05} &= R_{05} - jX_{05} = 0,185 - j0,115 \Omega \\
 Z_{06} &= R_{06} - jX_{06} = 0,187 - j0,116 \Omega \\
 Z_{07} &= R_{07} - jX_{07} = 0,203 - j0,126 \Omega \\
 Z_{08} &= R_{08} - jX_{08} = 0,206 - j0,128 \Omega \\
 Z_{09} &= R_{09} - jX_{09} = 0,218 - j0,135 \Omega \\
 Z_{010} &= R_{010} - jX_{010} = 0,288 - j0,179 \Omega \\
 Z_{011} &= R_{011} - jX_{011} = 0,332 - j0,206 \Omega \\
 Z_{012} &= R_{012} - jX_{012} = 0,334 - j0,208 \Omega \\
 Z_{013} &= R_{013} - jX_{013} = 0,375 - j0,233 \Omega \\
 Z_{00'} &= Z_T = R_{00'} - jX_{00'} = R_T - jX_T = 0,454 - j0,282 \Omega = 0,534 \angle -31,85^\circ \Omega
 \end{aligned}$$

Recordando que la intensidad demandada por el primario de cada transformador es:

$$i = I = I_a - jI_r = 10,38 - j5,03 (A)$$

Sustituyendo los datos obtenidos en la expresión de la corriente que entra por cada extremo obtenemos:

$$I_y = \frac{\Sigma(Z \times i)_o}{Z_T} = 66,77 \angle -25,84^\circ (A) = 60,04 - j29,21 (A)$$

$$\Sigma i = 13 \times (10,38 - j5,03) = 134,94 - j65,39 (A)$$

$$I_x = \Sigma i - I_y = (134,94 - j65,39) - (60,04 - j29,21) = 74,9 - j36,18 (A) = 83,18 \angle -25,78^\circ (A)$$

$$I_x = 83,18 \angle -25,78^\circ (A) = 74,9 - j36,18 (A)$$

$$I_y = 66,77 \angle -25,84^\circ (A) = 60,04 - j29,21 (A)$$

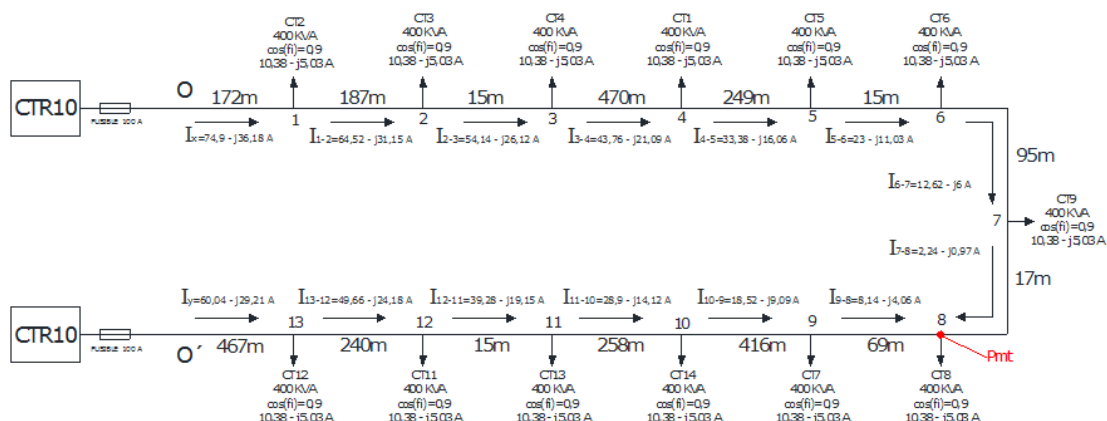
Cálculo del punto de mínima tensión (pmt)

Tenemos que calcular la intensidad que circula por cada tramo y en el punto en el que la componente activa de la intensidad cambie de signo ese será el pmt:

TRAMO	INTENSIDAD
0-1	$I_{0-1} = I_x = 74,9 - j36,18 \text{ (A)}$
1-2	$I_{1-2} = I_x - I_1 = (74,9 - j36,18) - (10,38 - j5,03) = 64,52 - j31,15 \text{ (A)}$
2-3	$I_{2-3} = I_{1-2} - I_2 = (64,52 - j31,15) - (10,38 - j5,03) = 54,14 - j26,12 \text{ (A)}$
3-4	$I_{3-4} = I_{2-3} - I_3 = (54,14 - j26,12) - (10,38 - j5,03) = 43,76 - j21,09 \text{ (A)}$
4-5	$I_{4-5} = I_{3-4} - I_4 = (43,76 - j21,09) - (10,38 - j5,03) = 33,38 - j16,06 \text{ (A)}$
5-6	$I_{5-6} = I_{4-5} - I_5 = (33,38 - j16,06) - (10,38 - j5,03) = 23 - j11,03 \text{ (A)}$
6-7	$I_{6-7} = I_{5-6} - I_6 = (23 - j11,03) - (10,38 - j5,03) = 12,62 - j6 \text{ (A)}$
7-8	$I_{7-8} = I_{6-7} - I_7 = (12,62 - j6) - (10,38 - j5,03) = 2,24 - j0,97 \text{ (A)}$
8-9	$I_{8-9} = I_{7-8} - I_8 = (2,24 - j0,97) - (10,38 - j5,03) = -8,14 + j4,06 \text{ (A)}$
9-10	$I_{9-10} = I_{8-9} - I_9 = (-8,14 + j4,06) - (10,38 - j5,03) = -18,52 + j9,09 \text{ (A)}$
10-11	$I_{10-11} = I_{9-10} - I_{10} = (-18,52 + j9,09) - (10,38 - j5,03) = -28,9 + j14,12 \text{ (A)}$
11-12	$I_{11-12} = I_{10-11} - I_{11} = (-28,9 + j14,12) - (10,38 - j5,03) = -39,28 + j19,15 \text{ (A)}$
12-13	$I_{12-13} = I_{11-12} - I_{12} = (-39,28 + j19,15) - (10,38 - j5,03) = -49,66 + j24,18 \text{ (A)}$
13-0'	$I_{13-0'} = I_{12-13} - I_{13} = (-49,66 + j24,18) - (10,38 - j5,03) = -60,04 + j29,21 \text{ (A)}$

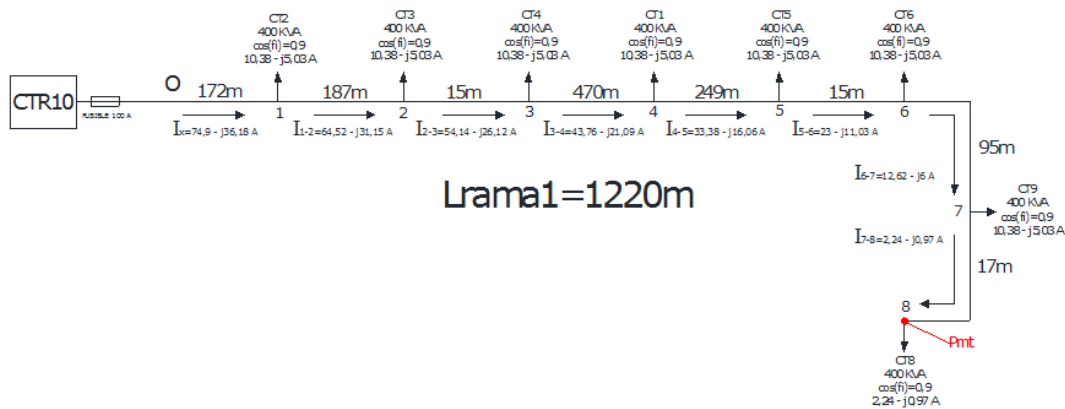
El pmt será el punto 8 ya que en el tramo 8-9 la componente activa de la corriente cambia de signo. Eso quiere decir que el punto 8 demandará la corriente por ambos lados lo cual quiere decir que es el punto de mínima tensión (pmt).

El anillo de MT con las corrientes que circulan por cada tramo se quedaría de la siguiente forma:



Abriendo el anillo de MT por el pmt, tendremos 2 ramas independientes:

Rama 1: Tramo 0-8



Recordando que estamos usando una sección de 240 mm² con las siguientes características eléctricas:

$$R_{\Omega/km} = 0,169 \, \Omega/km$$

$$X_{\Omega/km} = 0,105 \, \Omega/km$$

Y la expresión que utilizaremos para calcular la caída de tensión en una línea con cargas repartidas es:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left[\sum (R_{Ti} \times I_{a_i} + X_{Ti} \times I_{r_i}) \right] \rightarrow \text{Expresión del Momento Eléctrico}$$

Siendo:

ΔU = caída de tensión por la rama desde el origen hasta el final en voltios

R_{Ti} = Resistencia acumulada de la línea desde el origen hasta el punto considerado

$$R_{Ti} = R_{\Omega/km} \times L$$

L = longitud desde el origen hasta el punto considerado de la rama en km

I_{a_i} = intensidad activa de la carga en cada punto. 10,38 A

X_{Ti} = reactancia acumulada de la línea desde el origen hasta el punto considerado

$$X_{Ti} = X_{\Omega/km} \times L$$

L = longitud desde el origen hasta el punto considerado de la rama en km

I_{r_i} = intensidad reactiva de la carga en cada punto. -j5,03 A

Resistencia Acumulada

$$R_{01} = R_{\Omega/km} \times L_{01} = 0,169 \times (172) \times 0,001 = 0,029 \, \Omega$$

$$R_{02} = R_{\Omega/km} \times L_{02} = 0,169 \times (172 + 187) \times 0,001 = 0,061 \, \Omega$$

$$R_{03} = R_{\Omega/km} \times L_{03} = 0,169 \times (172 + 187 + 15) \times 0,001 = 0,063 \, \Omega$$

$$R_{04} = R_{\Omega/km} \times L_{04} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470) \times 0,001 = 0,143 \, \Omega$$

$$R_{05} = R_{\Omega/km} \times L_{05} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249) \times 0,001 = 0,185 \, \Omega$$

$$R_{06} = R_{\Omega/km} \times L_{06} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15) \times 0,001 = 0,187 \, \Omega$$

$$R_{07} = R_{\Omega/km} \times L_{07} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95) \times 0,001 = 0,203 \, \Omega$$

$$R_{08} = R_{\Omega/km} \times L_{08} = 0,169 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17) \times 0,001 = 0,206 \, \Omega$$

Reactancia Acumulada

$$\begin{aligned}X_{01} &= X_{\Omega/km} \times L_{01} = 0,105 \times (172) \times 0,001 = 0,018 \Omega \\X_{02} &= X_{\Omega/km} \times L_{02} = 0,105 \times (172 + 187) \times 0,001 = 0,038 \Omega \\X_{03} &= X_{\Omega/km} \times L_{03} = 0,105 \times (172 + 187 + 15) \times 0,001 = 0,039 \Omega \\X_{04} &= X_{\Omega/km} \times L_{04} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470) \times 0,001 = 0,089 \Omega \\X_{05} &= X_{\Omega/km} \times L_{05} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249) \times 0,001 = 0,115 \Omega \\X_{06} &= X_{\Omega/km} \times L_6 = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15) \times 0,001 = 0,116 \Omega \\X_{07} &= X_{\Omega/km} \times L_{07} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95) \times 0,001 = 0,126 \Omega \\X_{08} &= X_{\Omega/km} \times L_{08} = 0,105 \times (172 + 187 + 15 + 470 + 249 + 15 + 95 + 17) \times 0,001 = 0,128 \Omega\end{aligned}$$

Sustituyendo los datos en la expresión del momento eléctrico obtenemos que la caída de tensión desde el origen hasta el punto de mínima tensión es igual a:

$$\Delta U = 21,37 V$$

La caída de tensión total desde el entronque A/S será:

$$\Delta U_T = 1,22 + 21,37 = 22,59 V$$

El % de la caída de tensión total será:

$$\% \Delta U = \frac{1,22 + 21,37}{20000} = 0,11 \% < 5\% OK$$

Factor de Carga del Cable de la Rama 1

$$I_x = 83,18 \angle -25,78^\circ (A) = 74,9 - j36,18 (A) = Ib = 83,18 A$$

$$I'z = K_T \times Iz = 0,68 \times 365 = 248,2 A$$

$$f.d.c = \frac{Ib}{I'z} = \frac{83,18}{248,2} = 0,335 < 0,9 OK$$

3) Criterio de Cortocircuito para Rama 1

Para proteger la Rama 1 cuya intensidad de diseño es $Ib=83,18 (A)$ vamos a instalar en la celda de línea que alimenta dicha Rama 1 del CTR-10 un fusible limitador de intensidad nominal $In=100 A$. Las curvas de fusión de estos fusibles limitadores vimos anteriormente. Para una intensidad de cortocircuito de 10,1 KA considerada como caso más desfavorable para todos los puntos de nuestra red de MT el fusible tendrá un tiempo de fusión de 0,004 segundos. ($t=0,004$ segundos)

La constante del conductor también la hemos determinado en los apartados anteriores y es igual a 89. ($K=89$).

Para que la Rama 1 cumpla el criterio de cortocircuito la sección que nos salga de la ecuación del equilibrio térmico tiene que ser inferior a la sección del cable elegido que recordando será de 240 mm^2 .

$$I_{cc} \times \sqrt{t} = K \times S \rightarrow S = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K} = \frac{10103 \times \sqrt{0,004}}{89} = 7,17 \text{ mm}^2 < 240 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

Cumple el **CRITERIO DE CORTOCIRCUITO**

El calibre de fusibles que instalaremos en la celda de salida del CTR-10 para proteger la Rama 1 del anillo de MT será de calibre 100 A.

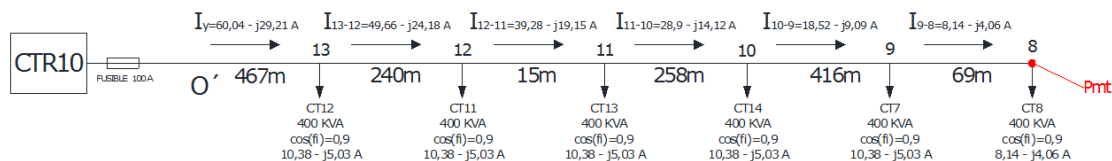
Luego también cumplen las ecuaciones secundarias de diseño que utilizamos en baja tensión:

$$a) I_b < I_n < I'z \rightarrow 83,18 < 100 < 248,2 \text{ OK}$$

$$b) 1,6 \times I_n < 1,45 \times I'z \rightarrow 1,6 \times 100 < 1,45 \times 248,2 \rightarrow 160 < 359,89 \text{ OK}$$

Rama 2: Tramo 0' - 8'

$$L_{rama2} = 1465 \text{ m}$$



Recordando que estamos usando una sección de 240 mm^2 con las siguientes características eléctricas:

$$R_{\Omega/km} = 0,169 \text{ } \Omega/km$$

$$X_{\Omega/km} = 0,105 \text{ } \Omega/km$$

Y la expresión que utilizaremos para calcular la caída de tensión en una línea con cargas repartidas es:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \left[\sum (R_{Ti} \times I_{a_i} + X_{Ti} \times I_{r_i}) \right] \rightarrow \text{Expresión del Momento Eléctrico}$$

Siendo:

ΔU = caída de tensión por la rama desde el origen hasta el final en voltios

R_{Ti} = Resistencia acumulada de la línea desde el origen hasta el punto considerado

$$R_{Ti} = R_{\Omega/km} \times L$$

L = longitud desde el origen hasta el punto considerado de la rama en km

I_{a_i} = intensidad activa de la carga en cada punto. 10,38 A

X_{Ti} = reactancia acumulada de la línea desde el origen hasta el punto considerado

$$X_{Ti} = X_{\Omega/km} \times L$$

L = longitud desde el origen hasta el punto considerado de la rama en km

I_{r_i} = intensidad reactiva de la carga en cada punto. -j5,03 A

Resistencia Acumulada

$$\begin{aligned}R_{0'-13} &= R_{\Omega/km} \times L_{0'-13} = 0,169 \times (467) \times 0,001 = 0,079 \Omega \\R_{0'-12} &= R_{\Omega/km} \times L_{0'-12} = 0,169 \times (467 + 240) \times 0,001 = 0,119 \Omega \\R_{0'-11} &= R_{\Omega/km} \times L_{0'-11} = 0,169 \times (467 + 240 + 15) \times 0,001 = 0,122 \Omega \\R_{0'-10} &= R_{\Omega/km} \times L_{0'-10} = 0,169 \times (467 + 240 + 15 + 258) \times 0,001 = 0,166 \Omega \\R_{0'-9} &= R_{\Omega/km} \times L_{0'-9} = 0,169 \times (467 + 240 + 15 + 258 + 416) \times 0,001 = 0,236 \Omega \\R_{0'-8} &= R_{\Omega/km} \times L_{0'-8} = 0,169 \times (467 + 240 + 15 + 258 + 416 + 69) \times 0,001 = 0,247 \Omega\end{aligned}$$

Reactancia Acumulada

$$\begin{aligned}X_{0'-13} &= X_{\Omega/km} \times L_{0'-13} = 0,105 \times (467) \times 0,001 = 0,049 \Omega \\X_{0'-12} &= X_{\Omega/km} \times L_{0'-12} = 0,105 \times (467 + 240) \times 0,001 = 0,074 \Omega \\X_{0'-11} &= X_{\Omega/km} \times L_{0'-11} = 0,105 \times (467 + 240 + 15) \times 0,001 = 0,076 \Omega \\X_{0'-10} &= X_{\Omega/km} \times L_{0'-10} = 0,105 \times (467 + 240 + 15 + 258) \times 0,001 = 0,103 \Omega \\X_{0'-9} &= X_{\Omega/km} \times L_{0'-9} = 0,105 \times (467 + 240 + 15 + 258 + 416) \times 0,001 = 0,147 \Omega \\X_{0'-8} &= X_{\Omega/km} \times L_{0'-8} = 0,105 \times (467 + 240 + 15 + 258 + 416 + 69) \times 0,001 = 0,154 \Omega\end{aligned}$$

Sustituyendo los datos en la expresión del momento eléctrico obtenemos que la caída de tensión desde el origen hasta el punto de mínima tensión es igual a:

$$\Delta U = 21,37 V$$

La caída de tensión total desde el entronque A/S será:

$$\Delta U_T = 1,22 + 21,37 = 22,59 V$$

El % de la caída de tensión total será:

$$\% \Delta U = \frac{1,22 + 21,37}{20000} = 0,11 \% < 5\% OK$$

Factor de Carga del Cable de la Rama 2

$$I_x = 66,77[-25,94^\circ (A)] = 60,04 - j29,21 (A) = Ib = 66,77 A$$

$$I'z = K_T \times Iz = 0,68 \times 365 = 248,2 A$$

$$f.d.c = \frac{Ib}{I'z} = \frac{66,77}{248,2} = 0,26 < 0,9 OK$$

3) Criterio de Cortocircuito para Rama 2

Para proteger la Rama 2 cuya intensidad de diseño es $Ib=66,77 (A)$ vamos a instalar en la celda de línea que alimenta dicha Rama 2 del CTR-10 un fusible limitador de intensidad nominal $In=100 A$. Las curvas de fusión de estos fusibles limitadores vimos anteriormente. Para una intensidad de cortocircuito de 10,1 KA considerada como caso más desfavorable para todos los puntos de nuestra red de MT el fusible tendrá un tiempo de fusión de 0,004 segundos. ($t=0,004$ segundos)

La constante del conductor también la hemos determinado en los apartados anteriores y es igual a 89. ($K=89$).

Para que la Rama 2 cumpla el criterio de cortocircuito la sección que nos salga de la ecuación del equilibrio térmico tiene que ser inferior a la sección del cable elegido que recordando será de 240 mm^2 .

$$I_{cc} \times \sqrt{t} = K \times S \rightarrow S = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K} = \frac{10103 \times \sqrt{0,004}}{89} = 7,17 \text{ mm}^2 < 240 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

Cumple el **CRITERIO DE CORTOCIRCUITO**

El calibre de fusibles que instalaremos en la celda de salida del CTR-10 para proteger la Rama 2 del anillo de MT será de calibre 100 A.

Luego también cumplen las ecuaciones secundarias de diseño que utilizamos en baja tensión:

- a) $I_b < I_n < I'z \rightarrow 66,77 < 100 < 248,2 \text{ OK}$
- b) $1,6 \times I_n < 1,45 \times I'z \rightarrow 1,6 \times 100 < 1,45 \times 248,2 \rightarrow 160 < 359,89 \text{ OK}$

SOLUCIÓN PARA ANILLO DE MT

CABLE HEPRZ1 3x240 mm²

2.3 Cálculo de los Centros de Transformación

2.3.1 Cálculo del Centro de Transformación y Reparto CTR-10 PFU-5

2.3.1.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_p}$$

Siendo:

S =potencia del transformador [kVA]. En nuestro caso será de 400 KVA

U_p =tensión primaria [kV]. La tensión de red es 20 KV que es de la que se alimenta el primario

I_p = intensidad primaria [A]

$$I_p = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11,54 \text{ A}$$

2.3.1.2 Fusibles de MT para Protección del Transformador

Iberdrola según su normativa particular **MT 2.13.40** para un transformador de 400 KVA tipo compañía y tensión de red de 20 KV utiliza un fusible de calibre 40 A ($I_n=40$ A)

TABLA 1: Fusibles limitadores para centros de transformación de Iberdrola

Tensión red kV	Potencia del centro de transformación (kVA)									Tensión asignada del fusible
	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	
11 13,2 15 20	25 A			40 A		63 A		100 A		24 kV
30	16 A			25 A		32 A	40 A			36 kV

Los fusibles limitadores que instalaremos en la celda de protección del transformador ubicado en el Centro de Transformación y Reparto vimos sus propiedades en el apartado “Memoria” y serán de este aspecto:



2.3.1.3 Dimensionado de Puentes de MT

En este apartado calculamos los conductores que unen el primario del transformador con su respectiva celda de protección. Según la norma particular de Iberdrola **MT 2.03.20** que dice lo siguiente:

6.6 Interconexión Celda-Trafo

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de 50 mm² de sección y del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de CTS de hasta 24 kV, y la tensión asignada del cable 18/30 kV para tensiones asignadas de CTS de 36 kV.

SOLUCIÓN

CABLE HEPRZ1 3x50 mm²

2.3.1.4 Intensidad de Baja Tensión

En el Centro de Transformación y Reparto (CTR-10) tenemos un transformador de 400 KVA cuya tensión secundaria en carga va a ser 400 V (0,4 KV). Luego la intensidad por fase en el secundario va a ser:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_s} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 0,4} = 577,35 \text{ A}$$

2.3.1.5 Fusibles de BT (Protección de los Anillos de BT)

Los fusibles de BT tipo NH1 ya fueron descritos en el apartado “Memoria” que protegerán los anillos de BT y que se instalarán en el cuadro de baja tensión del CTR-10. Dichos fusibles para CTR-10 ya han sido calculados en el apartado “Red de Baja Tensión” para cada transformador individualmente. En este caso se trata de CTR-10 y los fusibles NH1 que instalaremos en el cuadro de BT serán 2x200 A y 2x160 A. **PLANO 45.**

2.3.1.6 Dimensionado de los Puentes de BT

Los puentes de BT unen el secundario del transformador con el cuadro de baja tensión. Tendrán que aguantar térmicamente la intensidad por fase del secundario calculada antes:

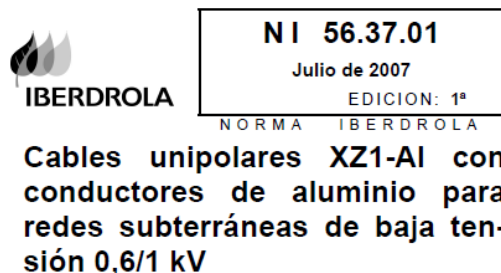
$$I_s = 577,35 \text{ A}$$

Iberdrola en su documento **MT 2.03.20** establece lo siguiente:

4.7.3 Cables de conexión en baja tensión. Destinados a la conexión de los transformadores con los cuadros de baja tensión.

Para los centros de transformación de interior o intemperie compacto, serán del tipo RV 0,6/1 kV, 1x240 mm² Al, según lo especificado en la [NI 56.31.21](#). En función de las condiciones de instalación y de la potencia del transformador puede ser necesario utilizar varias ternas de cables en paralelo

También vemos en la norma particular de Iberdrola **NI 56.37.01** que dice lo siguiente:



8 Utilización

En las instalaciones de líneas subterráneas de baja tensión a construir por Iberdrola o por terceros que posteriormente pasarán a ser explotadas por Iberdrola, se utilizará en las redes generales derivaciones o acometidas a las CGP (cajas generales de protección?) o CPM (cajas de protección y medida?), y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.

Luego es indiferente utilizar cables RV o XZ1(S) para los puentes de BT. Iberdrola permite utilizar ambos tipos de cables para tal fin. Luego utilizaremos para puentes de BT cables XZ1(S) con conductores de Aluminio ya que son los mismos que utilizamos para la red de BT y los podríamos coger de la misma bobina de cables.

Ahora bien según la norma particular de Iberdrola MT 2.11.01 el número de conductores por fase y para neutro será el siguiente:

6.7 Interconexión Trafo-Cuadro B.T.

La conexión eléctrica entre el trazo de potencia y el cuadro de Baja Tensión se debe realizar con cable unipolar de 240 mm² de sección, con conductor de aluminio tipo RV y de 0,6/1 kV, especificados en la norma [NI 56.31.21](#) "Cables unipolares RV con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV".

El número de cables será siempre de 3 para cada fase y dos para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-M12/240, especificados en la Norma [NI 58.20.71](#) "Piezas de conexión para cables subterráneos de baja tensión. Características generales".

SOLUCIÓN:

CABLE XZ1(S) 3x [3x240 mm²]+2x240 mm²

2.3.1.7 Cortocircuitos

Las corrientes de cortocircuito se calcularán a ambos lados del transformador (lado de MT 20 KV y lado de BT 400 V).

Cortocircuito Lado MT

En los cálculos de las corrientes de cortocircuito llevados al cabo para comprobar la sección de cables de MT con el criterio de cortocircuito vimos que la corriente de cortocircuito en el entronque era de 10,1 KA y adoptamos ese valor para considerar el caso más desfavorable para toda nuestra red de MT. O lo que es lo mismo la intensidad de cortocircuito en el primario de cada transformador que se alimenta de la red de MT será de 10,1 KA. Recordando que la expresión con la que obtuvimos el valor de la intensidad de cortocircuito es en función de la potencia de cortocircuito que nos da Iberdrola en el punto de entronque A/S:

$$I_{cc} = I_{cc_p} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times V_p} = \frac{350 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 10103 \text{ A} = 10,1 \text{ KA}$$

Cortocircuito Lado BT

Amikit, que es el programa de diseño de Centros de Transformación proporcionado por ORMAZABAL utiliza una expresión simplificada para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el secundario de sus transformadores considerando que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales:

$$I_{cc_s} = \frac{100 \times S}{\sqrt{3} \times V_s \times U_{cc}} = \frac{100 \times 400}{\sqrt{3} \times 0,4 \times 4} = 14433 \text{ A} = 14,433 \text{ KA}$$

Siendo:

S = potencia aparente del transformador en KVA

V_s = tensión en el secundario de l transformador en KV

U_{cc} = tensión de cortocircuito del transformador en %

I_{cc_s} = intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador

2.3.1.8 Dimensionado del Embarrado de MT

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas. No obstante deberíamos mencionar los 3 tipos de esfuerzos que debería soportar el embarrado de MT:

Densidad de Corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en el caso de las celdas utilizada para el CTR descritas en el apartado "Memoria" es de 400 A. Siendo la máxima corriente real que le entra desde el entronque es de 179,84 A, por tanto soporta de sobra el límite de densidad de corriente.

Solicitud Electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en los apartados anteriores en el primario que es de 10,1 KA , por lo que:

$$I_{cc} = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{cc} = 1,8 \times \sqrt{2} \times 10,1 = 2,5 \times 10,1 = 25,3 \text{ KA}$$

Las celdas de MT utilizadas en este proyecto para CTR deberán soportar dicha corriente de cortocircuito de choque y soportar los esfuerzos electrodinámicos que originará dicha

corriente de cortocircuito. El fabricante ORMAZABAL nos proporciona las tablas con las características de sus celdas. Dichas tablas las vimos en el apartado “Memoria”. Efectivamente las celdas soportan una corriente de cortocircuito de choque de 50 KA.

Solicitud Térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito en el primario, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

Las celdas de MT deberán soportar el efecto térmico de dicha corriente de cortocircuito hasta que salten las protecciones correspondientes. En las tablas proporcionadas por el fabricante que vimos en el apartado “Memoria” vimos que efectivamente cumplen y aguantarán una corriente de 20 KA eficaces durante un tiempo de 1 segundo que es suficiente para que salten las protecciones.

2.3.1.9 Dimensionado del Embarrado de BT (CGBT-K)

El embarrado de BT lo constituye el cuadro de baja tensión CBTO-K compacto que instalaremos en cada una de los centros de transformación en el presente proyecto. Al igual que el embarrado de MT deberá soportar 3 tipos de esfuerzos:

Densidad de Corriente

La corriente por fase que sale desde el secundario del transformador de 400 KVA vimos que era de 577,35 A siendo la intensidad máxima nominal que soporta el embarrado de BT del CBTO-K según vimos en las tablas que nos proporciona el fabricante en el apartado “Memoria” es de 1600 A, por tanto soporta la densidad de corriente real que tenemos.

Solicitud Electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en los apartados anteriores en el secundario de 14,433 KA, por lo que:

$$I_{cc} = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{cc} = 1,8 \times \sqrt{2} \times 14,433 = 2,5 \times 14,433 = 36,08 \text{ KA}$$

El cuadro de BT utilizado en este proyecto para CTR deberá soportar dicha corriente de cortocircuito de choque y soportar los esfuerzos electrodinámicos que originará dicha corriente de cortocircuito. El fabricante ORMAZABAL nos proporciona las tablas con las características de sus cuadros CBTO-K compactos. Dichas tablas las vimos en el apartado “Memoria”. Siendo la corriente de cortocircuito de choque que soportaría el embarrado sería de 52,5 KA.

Solicitud Térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito en el secundario, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 14,433 \text{ kA.}$$

EL cuadro CBTO-K deberá soportar el efecto térmico de dicha corriente de cortocircuito hasta que salten las protecciones correspondientes. En las tablas proporcionadas por el fabricante que vimos en el apartado “Memoria” vimos que efectivamente cumple y aguantará una corriente de 25 KA eficaces durante un tiempo de 1 segundo que es suficiente para que salten las protecciones.

2.3.1.10 Protecciones Contra Sobrecargas, Cortocircuitos y Homopolar

El transformador ubicado dentro del CTR-10 estará protegido tanto en el lado de MT como en BT. En el lado de MT la protección la efectúan los fusibles limitadores descritos anteriormente que se instalarán en la celda de protección del trafo, mientras que en el lado de BT la protección la efectúan los fusibles NH1 que instalaremos en el cuadro de BT CBTO-K. Dichos fusibles protegerán los anillos de BT y el secundario del transformador. Tanto los fusibles de MT como de BT han sido calculados y justificados el uso de calibres determinados en apartados anteriores.

A continuación describiremos brevemente en que consiste cada protección y sus propiedades:

Protección Lado MT

Como hemos dicho antes la protección en el lado de MT la efectúan los fusibles limitadores que se instalarán en las celdas de interruptor con fusible (celda de protección del trafo), siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación. El calibre de dichos fusibles para proteger el trafo de 400 KVA será de 40 A. La justificación de la elección de dicho calibre la vimos en apartados anteriores.

Los fusibles de MT se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal primaria del trafo.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los trafos, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la intensidad nominal del mismo, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones de suministro.

Sin embargo, los fusibles no contribuyen una protección suficiente contra sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección analógico del transformador (sistema de protección RPTA) descrito en el apartado “Memoria”. Como vimos en la memoria en dicho relé se puede ajustar la intensidad nominal del trafo y la intensidad umbral de sobrecarga a partir de la cual la curva de disparo es a tiempo inverso. Para ello el relé tiene

unos captadores toroidales en cada fase (transformadores toroidales) que captan la corriente por fase y mandan la señal al relé. Otra característica de dicho relé es que incorpora una protección homopolar o contra defectos a tierra. Consiste en instalar un captador toroidal que rodeará las 3 fases y otro captador toroidal que rodeará el neutro rígidamente unido a tierra del trafo y cuando capten un desequilibrio entre las 3 fases y una corriente que circule por el neutro del trafo quiere decir que hay una corriente de defecto a tierra que se está disipando por el neutro y el relé dará la orden de disparo de las protecciones (abrir el interruptor seccionador de la celda de protección del trafo).

Además el transformador tendrá una protección térmica ante sobrecargas prolongadas que consiste en una sonda tipo PT100 que se instalará en la cuba del transformador e irá conectada a un puerto del relé RPTA correspondiente. La sonda se ajustará para una temperatura peligrosa del aceite dieléctrico y en caso de que éste la alcance el relé RPTA dará la orden del disparo de las protecciones (abrirá el interruptor seccionador de la celda de protección del trafo). En resumen, la sonda PT100 verifica que la temperatura del dieléctrico (aceite) del transformador no supere los valores máximos admisibles ya que durante las sobrecargas prolongadas la intensidad aumenta por encima de la nominal y eso se traduce en un calentamiento de los devanados del trafo y del aceite dieléctrico. Podemos decir también que la protección térmica por la sonda PT100 es una protección complementaria contra sobrecargas a la protección que nos proporciona el relé RPTA ya que podrían ocurrir sobrecargas prolongadas que superen ligeramente la intensidad nominal y que la temperatura ambiente sea muy alta (día caluroso), por tanto el trafo podrá llegar a temperaturas peligrosas sin que el relé RPTA se entere. En este caso actuaría la protección complementaria térmica por sonda PT100.

Protección Lado BT

Todas las salidas del Cuadro de Baja Tensión CBTO-K cuentan con fusibles NH1 descritos anteriormente, con una intensidad nominal igual o superior a la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito calculada en el secundario del transformador.

2.3.1.11 Dimensionado de la Ventilación del CTR-10 (PFU-5)

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA

960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

Es decir, que el edificio PFU-5 está preparado para llevar instalado dentro un transformador hasta 1600 KVA y presentará rejillas para su ventilación. Por tanto la refrigeración del transformador se hará de forma natural (ONAN) mediante la renovación del aire (admisión del aire frío por la rejilla de entrada y expulsión del aire caliente por la rejilla de salida). La

disposición de dichas rejillas de entrada y de salida del aire en el edificio PFU-5 los podemos ver en el **PLANO 47**.

2.3.1.12 Dimensionado del Pozo Apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.3.1.13 Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra

Investigación de las Características del Suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra igual o inferior a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación y Reparto, se estima una resistividad media de terreno de 150 Ohm.m. (Arcilla Compacta).

Pantano 15 Ohm.m
Marga del Jurásico 35 Ohm.m
Arcilla Plástica 50 Ohm.m
Tierra Húmeda 50 Ohm.m
Limo 60 Ohm.m
Humus 80 Ohm.m
Marga o Arcilla Compacta 150 Ohm.m
Pizarra 175 Ohm.m
Caliza Blanda 200 Ohm.m
Arena Arcillosa 275 Ohm.m
Granito o Gres muy Alterado 350 Ohm.m
Suelo Pedregoso con Césped 400 Ohm.m
Caliza Agrietada 750 Ohm.m
Granito o Gres 800 Ohm.m
Roca de Mica o Cuarzo 800 Ohm.m
Arena Silíceo 1600 Ohm.m

Determinación de las Corrientes Máximas de Puesta a Tierra y del Tiempo Máximo Correspondiente a la Eliminación del Defecto.

Las características principales de la instalación son:

- Tensión de Servicio: 20 KV
- Nivel de Aislamiento BT: 10000 V
- Resistividad del suelo: 150 Ω .m
- Resistividad de la losa de Hormigón: 3000 Ω .m

- Tiempo de eliminación de la falta a tierra: 0,7 segundos y sin reenganches posteriores (ajuste del relé)
- Intensidad máxima de defecto admitida por la compañía: 500 A
- Intensidad de Arranque de las protecciones Homopolares: 50 A (Ajuste del relé)

En el norma particular de Iberdrola **MT 2.11.33** se dice lo siguiente:

A continuación se define, en la [tabla 5](#), para el sistema de puesta a tierra adoptado por Iberdrola en las subestaciones, el valor adoptado para la corriente máxima de defecto a tierra, empleado para la verificación de las configuraciones tipo de los sistemas de puesta a tierra descritos anteriormente.

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Tipo de puesta a tierra	Reactancia equivalente X_{LTH} (Ω)	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra* (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 Ω	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 Ω	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 Ω	5,7	2228
30	Zig-Zag 1000 A	2,117	9000

Tabla 5. Intensidades máximas de puesta a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra de la ST.

Según esta normativa particular, la reactancia del neutro de la subestación que alimenta una red de 20 KV es de $X=25,4 \Omega$, con lo que la intensidad máxima admisible, en caso de haber una hipotética puesta a tierra del CTR con un valor de resistencia igual a cero, se calcularía con la siguiente expresión:

$$Id_{max} = \frac{V}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0 + 0)^2 + 25,4^2}} = 454,6 A$$

Siendo:

Id_{max} = intensidad de defecto máxima posible en caso de un defecto a tierra

V = tensión de alimentación o tensión de red.

R_n = Resistencia del neutro de la subestación

R'_t = Resistencia de una hipotética puesta a tierra ideal. Se considera cero.

X_n = Reactancia del neutro de la subestación determinada en la tabla anterior.

Iberdrola redondea este valor y considera que son 500 A que será nuestro punto de partida para empezar el diseño de la red de p.a.t.

El neutro conectado a tierra a través de una reactancia o resistencia de una subestación se recomienda para redes de media tensión de distribución muy malladas (de 6 a 30 KV). El neutro rígidamente puesto a tierra de una subestación se utiliza en líneas de transporte a partir de 66 kV y en redes de distribución de baja tensión de 400 V. El neutro aislado se

recomienda para industrias y servicios auxiliares de centrales térmicas en los que la continuidad de servicio es vital. También se usa en generadores.

Luego consideramos que nuestro polígono residencial pertenece o se alimenta de una red muy mallada de 20 KV por lo que como hemos dicho antes el neutro de la subestación, desde la que parte la línea aérea que alimenta nuestro polígono residencial, estará puesto a tierra a través de una impedancia cuyo valor lo determinamos antes. El neutro impedante de la subestación se utiliza para limitar la intensidad de falta a tierra ya que en caso de defecto la corriente de defecto, producida en uno de los transformadores que se alimentan de la red, buscaría el neutro de la subestación.

Recordando que nuestra red de alimentación pertenece a tercera categoría:

Líneas de 3ª categoría

Tensión nominal: Superior a 1.000 e igual o inferior a 30.000 voltios.

Usos: Distribución y generación.

Líneas de 2ª categoría

Tensión nominal: Superior a 30.000 e igual o inferior 66.000 voltios.

Usos: Transporte.

Líneas de 1ª categoría

Tensión nominal: Superior a/o 66.000 e inferior a 220.000 voltios.

Usos: Transporte a grandes distancias.

Líneas de categoría especial

Tensión nominal: Igual o superior a 220.000 voltios.

Usos: Transporte a grandes distancias.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de falta a tierra son los siguientes:

- **Tipo de Neutro de la Subestación:** como mencionamos antes el neutro de la subestación transformadora que alimenta el presente polígono residencial estará puesto a tierra a través de una impedancia de valor conocido. Esto producirá una limitación de la corriente de falta.
- **Tipo de Protección Homopolar:** cuando se produce un defecto a tierra, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de protección RPTA que como comentamos antes tiene la función de protección homopolar. Dicho relé puede actuar para un tiempo fijo (independiente del tiempo), o según una curva de tiempo inverso (curva dependiente del tiempo) lo cual quiere decir que a mayor intensidad de falta más rápido disparará el relé. Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 segundos. (por el fuerte carácter inductivo del devanado del transformador).

En nuestro caso hemos configurado en nuestro relé RPTA una protección homopolar a tiempo fijo cuyo tiempo de despeje de la falta es de 0,7 segundos y sin reenganches posteriores.

Diseñaremos la red de p.a.t del CTR considerando el caso más desfavorable de la máxima intensidad de defecto admisible por la compañía que son 500 A y un tiempo máximo de despeje de la falta considerado que son 0,7 segundos. El diseño preliminar de la instalaciones de red de tierras se realizará basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de p.a.t de Unesa, que está de acuerdo con la forma y dimensiones del CTR, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo del Electrodo de Puesta a Tierra de Protección

- Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U = 20 \text{ kV}$

Limitación de la intensidad a tierra: $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT: $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

- Características del terreno:

Resistencia de tierra: $\rho_s = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

Resistencia del hormigón: $\rho_H = 3000 \text{ Ohm}$

Nuestra ecuación de partida es:

$$V_d = I_d \times R_t \leq V_{bt}$$

Siendo:

$V_d =$ tensión de defecto que se origina en la red de p.a.t (V)

$I_d =$ intensidad de defecto por la red de p.a.t (A)

$R_t =$ resistencia total de puesta a tierra del sistema de p.a.t (Ω)

$V_{bt} =$ tensión de aislamiento de BT (V)

La tensión de defecto en ningún caso puede ser superior al nivel de aislamiento en BT del CTR ya que el núcleo del trafo estará puesto a la red de p.a.t y no podemos permitir que se perfora el aislante entre el devanado BT (devanado interior) y el núcleo metálico del trafo, sobre el que se enrollan los devanados, cuando se esté disipando una corriente de defecto por la red de p.a.t.

Nos vamos al caso límite: $V_d = V_{bt}$ y $I_d = I_{dm}$

La resistencia total preliminar de puesta a tierra será:

$$R_t = \frac{V_{bt}}{I_{dm}} = \frac{10000}{500} = 20 (\Omega)$$

El valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo será:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho_s} = \frac{20}{150} = 0,133 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

Se seleccionará el electrodo tipo, de entre los incluidos en las tablas de UNESA y de aplicación en este caso concreta y dimensiones de CTR y según las condiciones del sistema de tierras, que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro de transformación. Recordando que las dimensiones exteriores de nuestro CTR (PFU-5) son 6080x2380 mm (**PLANO 47**).

Probamos con un electrodo de configuración rectangular que nos propone Amikit (programa de diseño de Transformadores de ORMAZABAL) de dimensiones 7x2,5 m con sección del conductor de 50 mm² (electrodo horizontal) y 4 picas de acero galvanizado de 2 metros de

longitud y diámetro 14 mm (electrodos verticales) conectados mediante soldadura en las 4 esquinas del rectángulo (electrodo horizontal). La profundidad del electrodo horizontal será de 0,5 metros. En el documento de UNESA del método de cálculo de la red de tierras del CT encontramos las características del electrodo seleccionado:

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

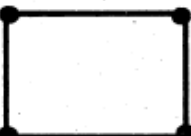

Rectángulo de 7.0 m x 2.5 m.

Sección conductor = 50 mm².

Diámetro picas = 14 mm.

L_p = Longitud de la pica en m.

PROFUNDIDAD = 0'5 m

CONFIGURACION	L _p (m)	RESISTENCIA K _r	TENSION DE PASO K _p	TENSION DE CONTACTO EXT K _c = K _p (acc)	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.108	0.0214	0.0645	70-25/5/00
4 picas	2	0.084	0.0186	0.0409	70-25/5/42
	4	0.070	0.0148	0.0299	70-25/5/44
	6	0.060	0.0123	0.0233	70-25/5/46
	8	0.053	0.0104	0.0190	70-25/5/48
8 picas	2	0.076	0.0162	0.0335	70-25/5/82
	4	0.060	0.0120	0.0218	70-25/5/84
	6	0.050	0.0094	0.0158	70-25/5/86
	8	0.043	0.0078	0.0122	70-25/5/88

Configuración Seleccionada: 70-25/5/42

Geometría del Sistema: Anillo Rectangular de 7x2,5 metros

Profundidad del electrodo Horizontal: 0,5 metros

Número de Picas: 4 (acero galvanizado)

Longitud de Picas: 2 metros

Diámetro de Picas: 14 mm

Sección del conductor del anillo rectangular: 50 mm² (cobre desnudo)

Los parámetros característicos de dicho electrodo son:

$$K_r = 0,084 \frac{\Omega}{\Omega.m} \quad (\text{coeficiente de electrodo})$$

$$K_p = 0,0186 \frac{\Omega}{\Omega.m} \quad (\text{coeficiente de cálculo de la tensión de paso})$$

$$K_c = 0,0409 \frac{\Omega}{\Omega.m} \quad (\text{coeficiente de cálculo de la tensión de contacto})$$

El valor real de la resistencia de p.a.t para el electrodo seleccionado para el edificio PFU-5 será:

$$R'_t = K_r \times \rho_s = 0,084 \frac{\Omega}{\Omega.m} \times 150 \Omega.m = 12,6 \Omega$$

$$R'_t < R_t \rightarrow 12,6 < 20 \quad OK$$

Además si circula la máxima intensidad de defecto admitida por el electrodo, la tensión de defecto será:

$$V'_d = R'_t \times I_{dm} = 12,6 \times 500 = 6300 V$$

$$V'_d \leq V_{bt} \rightarrow 6300 < 10000 \quad OK$$

Cálculo de las Tensiones de Paso en el Exterior de la Instalación

Tensión de Paso Reglamentaria

$$V_p = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6 \times \rho_s}{1000}\right)$$

Tomando "K" y "n" los siguientes valores (t en segundos):

$$\text{Para } 0,1 \leq t < 0,9 \rightarrow K = 72; \quad n = 1$$

$$\text{Para } 0,9 \leq t < 3 \rightarrow K = 78,5; \quad n = 0,18$$

$$\text{Para } 3 \leq t < 5 \rightarrow K = 64, \quad n = 0$$

$$\text{Para } t \geq 5 \rightarrow K = 50, \quad n = 1$$

Siendo "t" el tiempo máximo de despeje de la falta en segundos (duración de defecto). Antes dijimos que ajustaríamos el relé RPTA para un tiempo de despeje de la falta homopolar a 0,7 segundos. Luego como nuestra t = 0,7 segundos nuestro rango es el $0,1 \leq t < 0,9$

$$V_p = \frac{10 \times 72}{0,7^1} \times \left(1 + \frac{6 \times 150}{1000}\right) = 1954,3 V$$

Tensión de Paso Real

$$V'_p = K_p \times \rho_s \times I_{dm} = 0,0186 \times 150 \times 500 = 1395 V$$

$$V'_p < V_p \rightarrow 1395 < 1954,3 \quad OK$$

Cálculo de las Tensiones de Contacto en el Interior de la Instalación

Tensión de Contacto Reglamentaria

$$V_c = \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{1,5 \times \rho_s}{1000} \right)$$

Tomando “K” y “n” los siguientes valores (t en segundos):

Para $0,1 \leq t < 0,9 \rightarrow K = 72; \quad n = 1$

Para $0,9 \leq t < 3 \rightarrow K = 78,5; \quad n = 0,18$

Para $3 \leq t < 5 \rightarrow K = 64, \quad n = 0$

Para $t \geq 5 \rightarrow K = 50, \quad n = 1$

Siendo “t” el tiempo máximo de despeje de la falta en segundos (duración de defecto). Antes dijimos que ajustaríamos el relé RPTA para un tiempo de despeje de la falta homopolar a 0,7 segundos. Luego como nuestra $t = 0,7$ segundos nuestro rango es el $0,1 \leq t < 0,9$

$$V_c = \frac{72}{72^1} \times \left(1 + \frac{1,5 \times 150}{1000} \right) = 126 \text{ V}$$

Tensión de Contacto Real

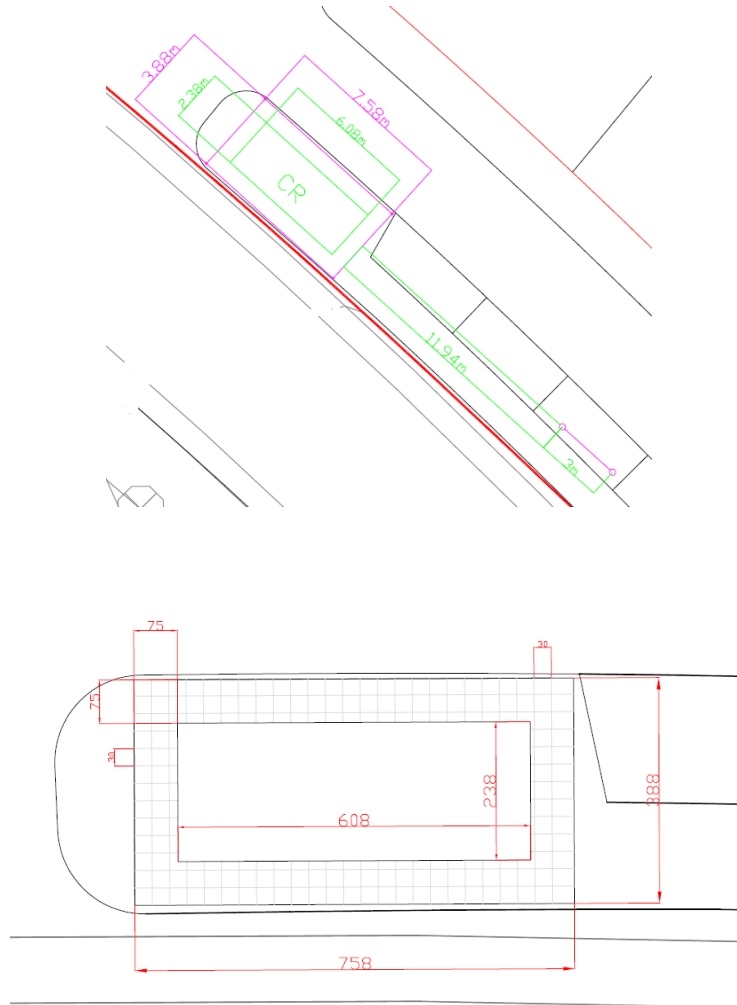
$$V'_c = K_c \times \rho_s \times I_{dm} = 0,0409 \times 150 \times 500 = 3067,5 \text{ V}$$

$$V'_c > V_c \rightarrow 3067,5 > 126 \text{ NO VÁLIDO}$$

Como la tensión de contacto real es mayor que la tensión de contacto reglamentaria hay que tomar medidas adicionales para que no aparezcan tensiones de contacto peligrosas interiores ni exteriores. Las medidas a tomar son las siguientes:

- Las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del Edificio PFU-5 no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar en tensión debido a defectos o averías (cuba del trafo, celdas de MT, cuadro de BT, etc.).
- En el piso del Edificio del CTR PFU-5 se dispondrá de un mallazo electrosoldado de redondos de acero cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado al electrodo de p.a.t de protección. Dicho mallazo viene ya instalado de fábrica y todo el edificio del CTR PFU-5 será construido de hormigón armado. Dicha armadura se conectará a la red de tierras de protección. Además como hemos mencionado en el apartado “Memoria” se dispondrá de una acera perimetral de hormigón (losa de hormigón) de 20 cm de espesor y que sobresalga 0,75 metros de la proyección vertical del edificio. Dentro de la losa se dispondrá de un mallazo electrosoldado de redondos

de acero de 4 mm de diámetro y formando una retícula de 30x30 cm y cubierto de un espesor de hormigón de 10 cm. Este mallazo también se conectará al electrodo de puesta a tierra de protección mediante un terminal de tierra tal y como mencionamos en la memoria. Dicha solución es para evitar que aparezcan tensiones de contacto superiores a la reglamentaria ya que el mallazo hará de superficie equipotencial eléctrica. Las dimensiones de la losa de hormigón son las siguientes:



Adoptando esta solución, la tensión de contacto calculada (V_c) tendrá que ser igual o inferior a la tensión de paso de acceso reglamentaria (V_{pacc}).

Cálculo de la Tensión de Paso de Acceso Reglamentaria

$$V_{pacc} = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left(1 + \frac{3 \times \rho_s + 3 \times \rho_H}{1000} \right)$$

Tomando "K" y "n" los siguientes valores (t en segundos):

Para $0,1 \leq t < 0,9 \rightarrow K = 72; \quad n = 1$

Para $0,9 \leq t < 3 \rightarrow K = 78,5; \quad n = 0,18$

Para $3 \leq t < 5 \rightarrow K = 64, \quad n = 0$

Para $t \geq 5 \rightarrow K = 50, \quad n = 1$

Siendo “t” el tiempo máximo de despeje de la falta en segundos (duración de defecto). Antes dijimos que ajustaríamos el relé RPTA para un tiempo de despeje de la falta homopolar a 0,7 segundos. Luego como nuestra $t = 0,7$ segundos nuestro rango es el $0,1 \leq t < 0,9$

$$V_{pacc} = \frac{10 \times 72}{0,7^1} \times \left(1 + \frac{3 \times 150 + 3 \times 3000}{1000} \right) = 10748,6 \text{ V}$$

$$V'_c \leq V_{pacc} \rightarrow 3067,5 < 10748,6 \quad OK$$

Resumen de los Cálculos Realizados

- Tensión de paso en el exterior del CTR:

$$V'_p < V_p \rightarrow 1395 < 1954,3 \quad OK$$

- Tensión de Paso de Acceso Reglamentaria del CTR:

$$V'_c \leq V_{pacc} \rightarrow 3067,5 < 10748,6 \quad OK$$

- Tensión de Defecto del CTR:

$$V'_d \leq V_{bt} \rightarrow 6300 < 10000 \quad OK$$

- Intensidad de Defecto del CTR considerada:

$$I'_d = 500 \text{ A} \leq 500 \text{ A} = I_{dm}$$

- Intensidad de Arranque de las Protecciones del CTR:

$$I_a = 50 \text{ A} \leq 500 \text{ A} = I_{dm} \quad OK$$

- Resistencia de Puesta a Tierra del CTR:

$$R'_t < R_t \rightarrow 12,6 < 20 \quad OK$$

Cálculo de la Intensidad de Defecto Real

Para los cálculos hemos considerado que por el electrodo de p.a.t de protección se disipará la máxima corriente admisible por la compañía (500 A). Considerando la resistencia real de la red de tierras de protección con un valor no nulo obtendremos una intensidad real de defecto que se disiparía por nuestra red de tierras de protección:

$$I'_d = \frac{V}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0 + 12,6)^2 + 25,4^2}} = 407,25 \text{ A}$$

Aún así, sigue siendo por encima del valor de arranque de las protecciones:

$$I_a = 50 \text{ A} \leq 407,25 \text{ A} = I'_d \quad OK$$

Cálculo del Electrodo de Puesta a Tierra de Servicio

El electrodo de servicio es el electrodo donde se conecta el neutro de un transformador de potencia (neutro rígidamente puesto a tierra). La resistencia del electrodo de servicio depende exclusivamente del valor de la corriente de falta monofásica que se desea tener en el sistema. La condición necesaria para la instalación de un electrodo de puesta a tierra de servicio es que la tensión de defecto sea superior a 1000 V ($V_d > 1000 \text{ V}$).

En nuestro caso hemos obtenido que la tensión de defecto es:

$$V'_d = R'_t \times I_{dm} = 12,6 \times 500 = 6300 \text{ V} > 1000 \text{ V}$$

Luego es necesario instalar un electrodo de puesta a tierra de servicio al cual conectaremos el neutro del transformador ubicado en el CTR-10. En concreto lo que se conectará es la pletina del neutro del cuadro general de baja tensión CBTO-K. La forma de conexión la describimos en el apartado "Memoria".

Incluso si consideramos la intensidad real de defecto, la tensión de defecto real será:

$$V'_d = R'_t \times I'_d = 12,6 \times 407,25 = 5131,35 \text{ V} > 1000 \text{ V}$$

Aún así sigue siendo necesario instalar una puesta a tierra de servicio.

Como hemos dicho antes, al electrodo de servicio se conectará el neutro del transformador del CTR (pletina de neutro del cuadro de BT). El criterio de selección del electrodo de tierra de servicio es no ocasionar en el mismo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT de usuario cercana protegida contra contactos indirectos por un diferencial de sensibilidad de 650 mA. Para ello la resistencia de p.a.t de servicio debe ser igual o inferior a 37 Ω .

$$V_d = I_s \times R_t = 0,650 \times 37 = 24 \text{ V}$$

Siendo:

V_d = tensión de defecto en el electrodo de servicio

I_s = sensibilidad del diferencial que protege una instalación del usuario cercano

R_s = resistencia de puesta a tierra del electrodo de servicio

La tensión que se induce en la tierra de servicio del transformador debido a un defecto a tierra monofásico de un usuario de BT es debido a que la corriente de defecto de un usuario busca el

neutro del transformador que la alimenta y por tanto circularía por el electrodo de p.a.t de servicio.

Luego el valor máximo de resistencia de puesta a tierra del electrodo de servicio y nuestro dato de partida para empezar el diseño es 37Ω . Con este valor de resistencia y la resistividad del terreno circundante podemos determinar la constante resistiva "Kr" que nos dará la configuración del electrodo de servicio. (Número de picas y profundidad de enterramiento de las mismas).

$$Kr \leq \frac{R_t}{\rho_s} = \frac{37 \Omega}{150 \Omega.m} = 0,247 \frac{\Omega}{\Omega.m}$$

Siendo:

Kr = constante resistiva del electrodo

R_t = resistencia máxima del electrodo de puesta a tierra de servicio

ρ_s = resistividad del terreno

Como la constante resistiva real del electrodo de servicio tiene que ser menor o igual al valor de la constante resistiva máxima ($Kr = 0,247 \frac{\Omega}{\Omega.m}$), pues miraremos en las tablas de UNESA y elegimos un electrodo con la siguiente configuración:

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.
Separación entre picas : 3 m
Longitud pica = 2 m.

Sección conductor = 50 mm^2 .
Diámetro picas = 14 mm.

PROFUNDIDAD = 0'5 m.

NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA K_r	TENSION DE PASO K_p	CODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,201	0,0392	5/22
3	0,135	0,0252	5/32
4	0,104	0,0184	5/42
6	0,073	0,0120	5/62
8	0,0572	0,00345	5/82

Las características geométricas de electrodo de servicio seleccionado son:

- Picas en hilera de acero galvanizado unidas por un conductor horizontal de sección 50 mm² de cobre desnudo.
- Separación entre picas: 3 metros.
- Longitud de la pica: 2 metros
- Diámetro Pica: 14 mm
- Profundidad de enterramiento: 0,5 metros
- Código de configuración del electrodo: 5/22

Las características eléctricas de dicho electrodo según la tabla anterior son:

- $K'_r = 0,201 \frac{\Omega}{\Omega.m}$
- $K'_p = 0,0392 \frac{\Omega}{\Omega.m}$

Cálculo de la Nueva Resistencia (real) del Electrodo de Servicio

$$R'_t = \rho_s \times K'_r = 150 \Omega.m \times 0,201 \frac{\Omega}{\Omega.m} = 30,15 \Omega$$

$$R'_t \leq R_t \rightarrow 30,15 < 37 \quad OK$$

Luego la tensión que va a aparecer en el electrodo de servicio en caso de estar protegida la instalación de usuario de BT por un diferencial de sensibilidad 650 mA:

$$V_d = I_s \times R'_t = 0,650 \times 30,15 = 19,59 V < 24 V$$

La configuración del electrodo de servicio y su instalación podemos consultar en el **PLANO 49**.

Investigación de las Tensiones Transferidas al Exterior

Como la tensión de defecto, para una corriente máxima admitida para la compañía de 500 A, es $V_d = 6300 V$ y la tensión de defecto real, para una corriente de defecto real de 407,25 A, es de $V'_d = 5131,35 V$, no podemos conectar el neutro del trafa a la p.a.t de protección ya que en la carga (usuario de BT) aparecerán tensiones peligrosas que podrán dañar su aislamiento de BT ya que para los usuarios de BT se distribuye el conductor neutro que en caso de estar conectado a la p.a.t de protección podría pasar lo que mencionamos antes. Por ello, optamos por instalar un electrodo de servicio al cual conectaremos el neutro del trafa ya que éste tiene que estar conectado a tierra rígidamente en un sistema de distribución TT. La separación entre ambos electrodos (protección y servicio) debe ser lo suficientemente alejada para que cuando se disipe una intensidad de defecto por la p.a.t de protección, en la p.a.t de servicio (neutro) no se induzcan tensiones superiores a 1000 V.

De acuerdo con lo anterior, al producirse un defecto a tierra en el CTR y disiparse una corriente por el sistema de p.a.t de protección, la tensión inducida en el neutro de baja tensión (p.a.t de servicio) puesto a tierra no deberá ser superior a los 1000 V ya que ese neutro es el que va junto con una fase para alimentar en monofásica a un usuario. En otras palabras, la máxima diferencia de potencial que puede aparecer entre el neutro de baja tensión de trafa (p.a.t de servicio) y una tierra lejana de abonado no afectada, no debe superar los 1000 V. Para determinar la tensión inducida sobre el neutro de BT puesto a tierra a través de la p.a.t de

servicio, consideramos que el comportamiento del electrodo de tierra de protección puede asimilarse al de una semiesfera. La tensión inducida por una semiesfera a una distancia D viene dada por la siguiente expresión:

$$V = \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2 \times \pi \times D}$$

Como queremos que la máxima tensión que nos induzca en el electrodo de p.a.t de servicio sea de 1000 V, la distancia de separación entre ambos electrodos (protección y servicio) tiene que ser:

$$D \geq \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2 \times \pi \times V} = \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2 \times \pi \times 1000} = \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2000 \times \pi}$$

Siendo:

D = distancia mínima de separación entre la p.a.t de protección y p.a.t de servicio

ρ_s = resistividad del suelo $\Omega.m$

I_{dm} = intensidad de defecto máxima admitida por la compañía (500 A)

La distancia mínima de separación entre ambos electrodos (protección y servicio), como dijimos antes, es para evitar que aparezcan tensiones peligrosas en los usuarios. La misma distancia se tiene que respetar entre la p.a.t de protección del CTR y una tierra cercana del abonado de BT.

La distancias de separación para las intensidades máxima admitida por la compañía y la intensidad real que se podría producir será:

$$I_{dmax} = 500 A \rightarrow D = \frac{150 \times 500}{2000\pi} = 11,94 m$$

$$I_{dreal} = 407,25 A \rightarrow D = \frac{150 \times 407,25}{2000\pi} = 9,72 m$$

En todo caso, tenemos una instalación real y nunca va a circular una corriente de defecto de 500 A que es la máxima considerada por la compañía ya que la resistencia de p.a.t de protección también hay que tenerla en cuenta por lo que la intensidad real de defecto considerando que el neutro de la subestación tiene una reactancia de 25,4 Ω y la resistencia de p.a.t de protección es $R't = 12,6 \Omega$, la intensidad de defecto real será de 407,25 A.

Pero Iberdrola nos exige diseñar la instalación de tierras considerando la máxima intensidad de 500 A y por consiguiente la separación de tierras como hemos visto con la expresión anterior tiene que ser de 11,94 m.

Luego separando las tierras de protección y de servicio a una distancia de 11,94 metros y en caso de disiparse una hipotética corriente de 500 A por el electrodo de protección, la tensión que se va a inducir en la tierra de servicio situada a dicha distancia será:

$$V = \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2 \times \pi \times D} = \frac{150 \times 500}{2 \times \pi \times 11,94} = 999,71 \leq 1000 V \quad OK$$

Si consideramos la intensidad real de defecto de 407,25 A que se puede disipar por el electrodo de protección y dejando la misma distancia de separación entre los electrodos de

p.a.t de protección y servicio de 11,94m, la tensión que se va a inducir en el electrodo de servicio en caso de disiparse dicha corriente real por el electrodo de protección será:

$$V = \frac{\rho_s \times I'_d}{2 \times \pi \times D} = \frac{150 \times 407,25}{2 \times \pi \times 11,94} = 814,26 \leq 1000 V \quad OK$$

Las distancia de separación que hay que respetar se ven en los siguientes planos:





Como no conocemos el plano urbanístico pero seguro que habrá un retranqueo que es la distancia mínima que separa la línea de demarcación de la parcela de la propia vivienda unifamiliar de la parcela 10 que es la que estaría afectada en caso de un posible defecto a tierra. En este caso el retranqueo mínimo tiene que ser de 5,16 metros para guardar la separación mínima necesaria entre la p.a.t de protección del trafo y las tierras del abonado considerando la máxima corriente de defecto admisible por la compañía de 500 A. En caso de considerar el valor de la corriente de defecto real de 407,25 A, la distancia de separación entre tierras tendría que ser de 9,72 metros y por consiguiente el retranqueo mínimo que tenemos que respetar sería 2,9 metros.

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio eléctricamente independientes y guardar la distancia de separación entre ellos de 11,94 metros, la conexión del electrodo de puesta a tierra de servicio al neutro del transformador se realizará con cable aislado de 0,6/1 KV de sección 50 mm² de cobre protegido bajo tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo (IK7), contra daños mecánicos. Es decir, el cable de sección 50 mm² irá aislado desde el neutro del trafo con aislamiento 0,6/1KV y protegido con tubo PVC con grado de protección mecánica mínimo IK7 hasta las picas en hilera de las que se compone el propio electrodo de p.a.t de servicio del propio trafo.

Corrección y Ajuste del Diseño Inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

2.3.2 Cálculo de los Centros de Transformación miniBLOK

2.3.2.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_p}$$

Siendo:

S=potencia del transformador [kVA]. En nuestro caso será de 400 KVA

U_p=tensión primaria [kV]. La tensión de red es 20 KV que es de la que se alimenta el primario

I_p= intensidad primaria [A]

$$I_p = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11,54 \text{ A}$$

2.3.2.2 Fusibles de MT para Protección del Transformador

Iberdrola según su normativa particular **MT 2.13.40** para un transformador de 400 KVA tipo compañía y tensión de red de 20 KV utiliza un fusible de calibre 40 A (I_n=40 A)

TABLA 1: Fusibles limitadores para centros de transformación de Iberdrola

Tensión red kV	Potencia del centro de transformación (kVA)									Tensión asignada del fusible				
	160	200	250	315	400	500	630	800	1000					
11	25 A			40 A	63 A	100 A			24 kV					
13,2														
15	16 A													
20														
30	16 A			25 A		32 A	40 A	36 kV						

Los fusibles limitadores, que instalaremos en la celda de protección del transformador, vimos sus propiedades en el apartado “Memoria” y serán de este aspecto:



2.3.2.3 Dimensionado de Puentes de MT

En este apartado calculamos los conductores que unen el primario del transformador con su respectiva celda de protección. Según la norma particular de Iberdrola **MT 2.03.20** que dice lo siguiente:

6.6 Interconexión Celda-Trafo

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de 50 mm² de sección y del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de CTS de hasta 24 kV, y la tensión asignada del cable 18/30 kV para tensiones asignadas de CTS de 36 kV.

SOLUCIÓN

CABLE HEPRZ1 3x50 mm²

2.3.2.4 Intensidad de Baja Tensión

En los CTs miniBLOK tenemos un transformador de 400 KVA cuya tensión secundaria en carga va a ser 400 V (0,4 KV). Luego la intensidad por fase en el secundario va a ser:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_s} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 0,4} = 577,35 \text{ A}$$

2.3.2.5 Fusibles de BT (Protección de los Anillos de BT)

Los fusibles de BT tipo NH1 ya fueron descritos en el apartado “Memoria” que protegerán los anillos de BT y que se instalarán en el cuadro de baja tensión de los CTs miniBLOK. Dichos fusibles para CTs minBLOK ya han sido calculados en el apartado “Red de Baja Tensión” para cada transformador individualmente. **PLANO 46.**

2.3.2.6 Dimensionado de los Puentes de BT

Los puentes de BT unen el secundario del transformador con el cuadro de baja tensión. Tendrán que aguantar térmicamente la intensidad por fase del secundario calculada antes:

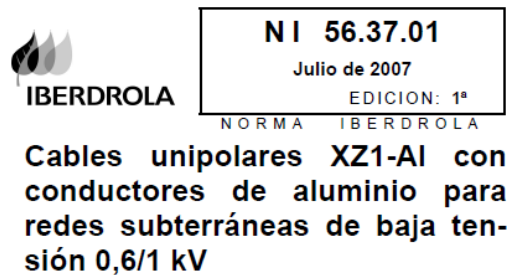
$$I_s = 577,35 \text{ A}$$

Iberdrola en su documento **MT 2.03.20** establece lo siguiente:

4.7.3 Cables de conexión en baja tensión. Destinados a la conexión de los transformadores con los cuadros de baja tensión.

Para los centros de transformación de interior o intemperie compacto, serán del tipo RV 0,6/1 kV, 1x240 mm² Al, según lo especificado en la [NI 56.31.21](#). En función de las condiciones de instalación y de la potencia del transformador puede ser necesario utilizar varias ternas de cables en paralelo

También vemos en la norma particular de Iberdrola **NI 56.37.01** que dice lo siguiente:



8 Utilización

En las instalaciones de líneas subterráneas de baja tensión a construir por Iberdrola o por terceros que posteriormente pasarán a ser explotadas por Iberdrola, se utilizará en las redes generales derivaciones o acometidas a las CGP (cajas generales de protección?) o CPM (cajas de protección y medida?), y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.

Luego es indiferente utilizar cables RV o XZ1(S) para los puentes de BT. Iberdrola permite utilizar ambos tipos de cables para tal fin. Luego utilizaremos para puentes de BT cables XZ1(S) con conductores de Aluminio ya que son los mismos que utilizamos para la red de BT y los podríamos coger de la misma bobina de cables.

Ahora bien según la norma particular de Iberdrola **MT 2.11.01** el número de conductores por fase y para neutro será el siguiente:

6.7 Interconexión Trafo-Cuadro B.T.

La conexión eléctrica entre el trazo de potencia y el cuadro de Baja Tensión se debe realizar con cable unipolar de 240 mm² de sección, con conductor de aluminio tipo RV y de 0,6/1 kV, especificados en la norma [NI 56.31.21](#) "Cables unipolares RV con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV".

El número de cables será siempre de 3 para cada fase y dos para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetalicos tipo TBI-M12/240, especificados en la Norma [NI 58.20.71](#) "Piezas de conexión para cables subterráneos de baja tensión. Características generales".

SOLUCIÓN:

CABLE XZ1(S) 3x [3x240 mm²]+2x240 mm²

2.3.2.7 Cortocircuitos

Las corrientes de cortocircuito se calcularán a ambos lados del transformador (lado de MT 20 KV y lado de BT 400 V).

Cortocircuito Lado MT

En los cálculos de las corrientes de cortocircuito llevados al cabo para comprobar la sección de cables de MT con el criterio de cortocircuito vimos que la corriente de cortocircuito en el entronque era de 10,1 KA y adoptamos ese valor para considerar el caso más desfavorable para toda nuestra red de MT. O lo que es lo mismo la intensidad de cortocircuito en el primario de cada transformador que se alimenta de la red de MT será de 10,1 KA. Recordando que la expresión con la que obtuvimos el valor de la intensidad de cortocircuito es en función de la potencia de cortocircuito que nos da Iberdrola en el punto de entronque A/S:

$$I_{cc} = I_{cc_p} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times V_p} = \frac{350 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 10103 \text{ A} = 10,1 \text{ KA}$$

Cortocircuito Lado BT

Amikit, que es el programa de diseño de Centros de Transformación proporcionado por ORMAZABAL utiliza una expresión simplificada para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el secundario de sus transformadores considerando que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales:

$$I_{cc_s} = \frac{100 \times S}{\sqrt{3} \times V_s \times U_{cc}} = \frac{100 \times 400}{\sqrt{3} \times 0,4 \times 4} = 14433 \text{ A} = 14,433 \text{ KA}$$

Siendo:

S = potencia aparente del transformador en KVA

V_s = tensión en el secundario de l transformador en KV

U_{cc} = tensión de cortocircuito del transformador en %

I_{cc_s} = intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador

2.3.2.8 Dimensionado del Embarrado de MT

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas. No obstante deberíamos mencionar los 3 tipos de esfuerzos que debería soportar el embarrado de MT:

Densidad de Corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en el caso de las celdas compactas utilizadas para CTs miniBLOK descritas en el apartado “Memoria” es de 400 A. Siendo la máxima corriente real que le entra por un extremo del anillo de MT es de 83,18 A, por tanto soporta de sobra el límite de densidad de corriente.

Solicitud Electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en los apartados anteriores en el primario que es de 10,1 KA , por lo que:

$$I_{cc} = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{cc} = 1,8 \times \sqrt{2} \times 10,1 = 2,5 \times 10,1 = 25,3 \text{ KA}$$

Las celdas de MT compactas utilizadas en este proyecto para CTs miniBLOK deberán soportar dicha corriente de cortocircuito de choque y soportar los esfuerzos electrodinámicos que originará dicha corriente de cortocircuito. El fabricante ORMAZABAL nos proporciona las tablas con las características de sus celdas. Dichas tablas las vimos en el apartado “Memoria”. Efectivamente las celdas soportan una corriente de cortocircuito de choque de 40 KA.

Solicitud Térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito en el primario, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

Las celdas de MT deberán soportar el efecto térmico de dicha corriente de cortocircuito hasta que salten las protecciones correspondientes. En las tablas proporcionadas por el fabricante que vimos en el apartado “Memoria” vimos que efectivamente cumplen y aguantarán una

corriente de 16 KA eficaces durante un tiempo de 1 segundo que es suficiente para que salten las protecciones.

2.3.2.9 Dimensionado del Embarrado de BT (CGBT-K)

El embarrado de BT lo constituye el cuadro de baja tensión CBTO-K compacto que instalaremos en cada una de los centros de transformación en el presente proyecto. Al igual que el embarrado de MT deberá soportar 3 tipos de esfuerzos:

Densidad de Corriente

La corriente por fase que sale desde el secundario del transformador de 400 KVA vimos que era de 577,35 A siendo la intensidad máxima nominal que soporta el embarrado de BT del CBTO-K según vimos en las tablas que nos proporciona el fabricante en el apartado “Memoria” es de 1600 A, por tanto soporta la densidad de corriente real que tenemos.

Solicitud Electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en los apartados anteriores en el secundario de 14,433 KA, por lo que:

$$I_{cc} = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{cc} = 1,8 \times \sqrt{2} \times 14,433 = 2,5 \times 14,433 = 36,08 \text{ KA}$$

El cuadro de BT utilizado en este proyecto para CTs miniBLOK deberá soportar dicha corriente de cortocircuito de choque y soportar los esfuerzos electrodinámicos que originará dicha corriente de cortocircuito. El fabricante ORMAZABAL nos proporciona las tablas con las características de sus cuadros CBTO-K compactos. Dichas tablas las vimos en el apartado “Memoria”. Siendo la corriente de cortocircuito de choque que soportaría el embarrado sería de 52,5 KA.

Solicitud Térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito en el secundario, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 14,433 \text{ kA.}$$

EL cuadro CBTO-K deberá soportar el efecto térmico de dicha corriente de cortocircuito hasta que salten las protecciones correspondientes. En las tablas proporcionadas por el fabricante que vimos en el apartado “Memoria” vimos que efectivamente cumple y aguantará una corriente de 25 KA eficaces durante un tiempo de 1 segundo que es suficiente para que salten las protecciones.

2.3.2.10 Protecciones Contra Sobrecargas, Cortocircuitos y Homopolar

El transformador ubicado dentro de los CTs miniBLOK estará protegido tanto en el lado de MT como en BT. En el lado de MT la protección la efectúan los fusibles limitadores descritos anteriormente que se instalarán en la celda de protección del trafo, mientras que en el lado de BT la protección la efectúan los fusibles NH1 que instalaremos en el cuadro de BT CBTO-K. Dichos fusibles protegerán los anillos de BT y el secundario del transformador. Tanto los fusibles de MT como de BT han sido calculados y justificados el uso de calibres determinados en apartados anteriores.

A continuación describiremos brevemente en que consiste cada protección y sus propiedades:

Protección Lado MT

Como hemos dicho antes la protección en el lado de MT la efectúan los fusibles limitadores que se instalarán en las celdas de interruptor con fusible (celda de protección del trafo), siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación. El calibre de dichos fusibles para proteger el trafo de 400 KVA será de 40 A. La justificación de la elección de dicho calibre la vimos en apartados anteriores.

Los fusibles de MT se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal primaria del trafo.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los trafos, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la intensidad nominal del mismo, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones de suministro.

Sin embargo, los fusibles no contribuyen una protección suficiente contra sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección digital del transformador (sistema de protección ekorRPT) descrito en el apartado "Memoria". Como vimos en la memoria en dicho relé se puede ajustar la intensidad nominal del trafo y la intensidad umbral de sobrecarga a partir de la cual la curva de disparo es a tiempo inverso. Para ello el relé tiene unos captadores toroidales en cada fase (transformadores toroidales) que captan la corriente por fase y mandan la señal al relé. Otra característica de dicho relé es que incorpora una protección homopolar o contra defectos a tierra. Consiste en instalar un captador toroidal que rodeará las 3 fases y otro captador toroidal que rodeará el neutro rígidamente unido a tierra del trafo y cuando capten un desequilibrio entre las 3 fases y una corriente que circule por el neutro del trafo quiere decir que hay una corriente de defecto a tierra que se está disipando por el neutro y el relé dará la orden de disparo de las protecciones (abrir el interruptor seccionador de la celda de protección del trafo).

Además el transformador tendrá una protección térmica ante sobrecargas prolongadas que consiste en una sonda tipo PT100 que se instalará en la cuba del transformador e irá conectada a un puerto del relé ekorRPT correspondiente. La sonda se ajustará para una temperatura peligrosa del aceite dieléctrico y en caso de que éste la alcance el relé ekorRPT dará la orden del disparo de las protecciones (abrirá el interruptor seccionador de la celda de protección del trafo). En resumen, la sonda PT100 verifica que la temperatura del dieléctrico (aceite) del transformador no supere los valores máximos admisibles ya que durante las

sobrecargas prolongadas la intensidad aumenta por encima de la nominal y eso se traduce en un calentamiento de los devanados del trafo y del aceite dieléctrico. Podemos decir también que la protección térmica por la sonda PT100 es una protección complementaria contra sobrecargas a la protección que nos proporciona el relé ekorRPT ya que podrían ocurrir sobrecargas prolongadas que superen ligeramente la intensidad nominal y que la temperatura ambiente sea muy alta (día caluroso), por tanto el trafo podrá llegar a temperaturas peligrosas sin que el relé ekorRPT se entere. En este caso actuaría la protección complementaria térmica por sonda PT100.

Protección Lado BT

Todas las salidas del Cuadro de Baja Tensión CBTO-K cuentan con fusibles NH1 descritos anteriormente, con una intensidad nominal igual o superior a la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito calculada en el secundario del transformador.

2.3.2.11 Dimensionado de la Ventilación del Edificio miniBLOK

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA
- 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA

Es decir, que el edificio miniBLOK está preparado para llevar instalado dentro un transformador hasta 630 KVA y presentará rejillas para su ventilación. Por tanto la refrigeración del transformador se hará de forma natural (ONAN) mediante la renovación del aire (admisión del aire frío por la rejilla de entrada y expulsión del aire caliente por la rejilla de salida). La disposición de dichas rejillas de entrada y de salida del aire en el edificio miniBLOK los podemos ver en el **PLANO 48**.

2.3.2.12 Dimensionado del Pozo Apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.3.2.13 Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra

Investigación de las Características del Suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría ($1 < V_n < 30$ KV), y de intensidad de cortocircuito a tierra igual o inferior a 16 kA no será imprescindible

realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación y Reparto, se estima una resistividad media de terreno de 150 Ohm.m. (Arcilla Compacta).

Pantano 15 Ohm.m
Marga del Jurásico 35 Ohm.m
Arcilla Plástica 50 Ohm.m
Tierra Húmeda 50 Ohm.m
Limo 60 Ohm.m
Humus 80 Ohm.m
Marga o Arcilla Compacta 150 Ohm.m
Pizarra 175 Ohm.m
Caliza Blanda 200 Ohm.m
Arena Arcillosa 275 Ohm.m
Granito o Gres muy Alterado 350 Ohm.m
Suelo Pedregoso con Césped 400 Ohm.m
Caliza Agrietada 750 Ohm.m
Granito o Gres 800 Ohm.m
Roca de Mica o Cuarzo 800 Ohm.m
Arena Silícea 1600 Ohm.m

Determinación de las Corrientes Máximas de Puesta a Tierra y del Tiempo Máximo Correspondiente a la Eliminación del Defecto.

Las características principales de la instalación son:

- Tensión de Servicio: 20 KV
- Nivel de Aislamiento BT: 10000 V
- Resistividad del suelo: 150 Ω .m
- Resistividad de la losa de Hormigón: 3000 Ω .m
- Tiempo de eliminación de la falta a tierra: 0,7 segundos y sin reenganches posteriores (ajuste del relé)
- Intensidad máxima de defecto admitida por la compañía: 500 A
- Intensidad de Arranque de las protecciones Homopolares: 50 A (Ajuste del relé)

En el norma particular de Iberdrola **MT 2.11.33** se dice lo siguiente:

A continuación se define, en la [tabla 5](#), para el sistema de puesta a tierra adoptado por Iberdrola en las subestaciones, el valor adoptado para la corriente máxima de defecto a tierra, empleado para la verificación de las configuraciones tipo de los sistemas de puesta a tierra descritos anteriormente.

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Tipo de puesta a tierra	Reactancia equivalente X_{LTH} (Ω)	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra* (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 Ω	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 Ω	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 Ω	5,7	2228
30	Zig-Zag 1000 A	2,117	9000

Tabla 5. Intensidades máximas de puesta a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra de la ST.

Según esta normativa particular, la reactancia del neutro de la subestación que alimenta una red de 20 KV es de $X=25,4 \Omega$, con lo que la intensidad máxima admisible, en caso de haber una hipotética puesta a tierra del CTR con un valor de resistencia igual a cero, se calcularía con la siguiente expresión:

$$Id_{max} = \frac{V}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0 + 0)^2 + 25,4^2}} = 454,6 A$$

Siendo:

Id_{max} = intensidad de defecto máxima posible en caso de un defecto a tierra

V = tensión de alimentación o tensión de red.

R_n = Resistencia del neutro de la subestación

R'_t = Resistencia de una hipotética puesta a tierra ideal. Se considera cero.

X_n = Reactancia del neutro de la subestación determinada en la tabla anterior.

Iberdrola redondea este valor y considera que son 500 A que será nuestro punto de partida para empezar el diseño de la red de p.a.t.

El neutro conectado a tierra a través de una reactancia o resistencia de una subestación se recomienda para redes de media tensión de distribución muy malladas (de 6 a 30 KV). El neutro rígidamente puesto a tierra de una subestación se utiliza en líneas de transporte a partir de 66 kV y en redes de distribución de baja tensión de 400 V. El neutro aislado se recomienda para industrias y servicios auxiliares de centrales térmicas en los que la continuidad de servicio es vital. También se usa en generadores.

Luego consideramos que nuestro polígono residencial pertenece o se alimenta de una red muy mallada de 20 KV por lo que como hemos dicho antes el neutro de la subestación, desde la que parte la línea aérea que alimenta nuestro polígono residencial, estará puesto a tierra a través de una impedancia cuyo valor lo determinamos antes. El neutro impedante de la subestación se utiliza para limitar la intensidad de falta a tierra ya que en caso de defecto la corriente de

defecto, producida en uno de los transformadores que se alimentan de la red, buscaría el neutro de la subestación.

Recordando que nuestra red de alimentación pertenece a tercera categoría:

Líneas de 3ª categoría

Tensión nominal: Superior a 1.000 e igual o inferior a 30.000 voltios.

Usos: Distribución y generación.

Líneas de 2ª categoría

Tensión nominal: Superior a 30.000 e igual o inferior 66.000 voltios.

Usos: Transporte.

Líneas de 1ª categoría

Tensión nominal: Superior a/o 66.000 e inferior a 220.000 voltios.

Usos: Transporte a grandes distancias.

Líneas de categoría especial

Tensión nominal: Igual o superior a 220.000 voltios.

Usos: Transporte a grandes distancias.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de falta a tierra son los siguientes:

- **Tipo de Neutro de la Subestación:** como mencionamos antes el neutro de la subestación transformadora que alimenta el presente polígono residencial estará puesto a tierra a través de una impedancia de valor conocido. Esto producirá una limitación de la corriente de falta.
- **Tipo de Protección Homopolar:** cuando se produce un defecto a tierra, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de protección ekorRPT que como comentamos antes tiene la función de protección homopolar. Dicho relé puede actuar para un tiempo fijo (independiente del tiempo), o según una curva de tiempo inverso (curva dependiente del tiempo) lo cual quiere decir que a mayor intensidad de falta más rápido disparará el relé. Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 segundos. (por el fuerte carácter inductivo del devanado del transformador).

En nuestro caso hemos configurado en nuestro relé ekorRPT una protección homopolar a tiempo fijo cuyo tiempo de despeje de la falta es de 0,7 segundos y sin reenganches posteriores.

Diseñaremos la red de p.a.t de los CTs considerando el caso más desfavorable de la máxima intensidad de defecto admisible por la compañía que son 500 A y un tiempo máximo de despeje de la falta considerado que son 0,7 segundos. El diseño preliminar de la instalaciones de red de tierras se realizará basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de p.a.t de Unesa, que está de acuerdo con la forma y dimensiones de los CTs miniBLOK, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo del Electrodo de Puesta a Tierra de Protección

- Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U = 20 \text{ kV}$

Limitación de la intensidad a tierra: $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT: $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

- Características del terreno:

Resistencia de tierra: $\rho_s = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

Resistencia del hormigón: $\rho_H = 3000 \text{ Ohm}$

Nuestra ecuación de partida es:

$$V_d = I_d \times R_t \leq V_{bt}$$

Siendo:

$V_d =$ tensión de defecto que se origina en la red de p.a.t (V)

$I_d =$ intensidad de defecto por la red de p.a.t (A)

$R_t =$ resistencia total de puesta a tierra del sistema de p.a.t (Ω)

$V_{bt} =$ tensión de aislamiento de BT (V)

La tensión de defecto en ningún caso puede ser superior al nivel de aislamiento en BT del CT ya que el núcleo del trafo estará puesto a la red de p.a.t y no podemos permitir que se perfora el aislante entre el devanado BT (devanado interior) y el núcleo metálico del trafo, sobre el que se enrollan los devanados, cuando se esté disipando una corriente de defecto por la red de p.a.t.

Nos vamos al caso límite: $V_d = V_{bt}$ y $I_d = I_{dm}$

La resistencia total preliminar de puesta a tierra será:

$$R_t = \frac{V_{bt}}{I_{dm}} = \frac{10000}{500} = 20 (\Omega)$$

El valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo será:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho_s} = \frac{20}{150} = 0,133 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

Se seleccionará el electrodo tipo, de entre los incluidos en las tablas de UNESA y de aplicación en este caso concreta y dimensiones de CTR y según las condiciones del sistema de tierras, que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro de transformación. Recordando que las dimensiones exteriores de los CTs miniBLOK son 2100x2100 mm (**PLANO 48**).

Probamos con un electrodo de configuración rectangular que nos propone Amikit (programa de diseño de Transformadores de ORMAZABAL) de dimensiones 3x3 m con sección del conductor de 50 mm² (electrodo horizontal) y 4 picas de acero galvanizado de 2 metros de longitud y diámetro 14 mm (electrodos verticales) conectados mediante soldadura en las 4

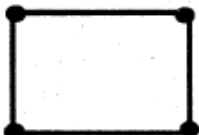
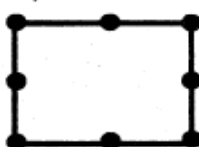
esquinas del rectángulo (electrodo horizontal). La profundidad del electrodo horizontal será de 0,5 metros. En el documento de UNESA del método de cálculo de la red de tierras del CT encontramos las características del electrodo seleccionado:

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Cuadrado de 3.0 m x 3.0 m.

Sección conductor = 50 mm².
Diámetro picas = 14 mm.
L_p = Longitud de la pica en m.

PROFUNDIDAD = 0'5 m

CONFIGURACION	L _p (m)	RESISTENCIA K _r	TENSION DE PASO K _p	TENSION DE CONTACTO EXT K _c = K _p (acc)	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.155	0.0332	0.0996	30-30/5/00
4 picas 	2	0.110	0.0258	0.0563	30-30/5/42
	4	0.086	0.0193	0.0386	30-30/5/44
	6	0.071	0.0154	0.0290	30-30/5/46
	8	0.061	0.0127	0.0231	30-30/5/48
8 picas 	2	0.095	0.0222	0.0440	30-30/5/82
	4	0.072	0.0155	0.0271	30-30/5/84
	6	0.058	0.0118	0.0191	30-30/5/86
	8	0.050	0.0095	0.0146	30-30/5/88

Configuración Seleccionada: 30-30/5/42

Geometría del Sistema: Anillo Rectangular de 3x3 metros

Profundidad del electrodo Horizontal: 0,5 metros

Número de Picas: 4 (acero galvanizado)

Longitud de Picas: 2 metros

Diámetro de Picas: 14 mm

Sección del conductor del anillo rectangular: 50 mm² (cobre desnudo)

Los parámetros característicos de dicho electrodo son:

$$K_r = 0,11 \frac{\Omega}{\Omega.m} \quad (\text{coeficiente de electrodo})$$

$$K_p = 0,0258 \frac{\Omega}{\Omega.m} \quad (\text{coeficiente de cálculo de la tensión de paso})$$

$$K_c = 0,0563 \frac{\Omega}{\Omega.m} \quad (\text{coeficiente de cálculo de la tensión de contacto})$$

El valor real de la resistencia de p.a.t para el electrodo seleccionado para el edificio miniBLOK será:

$$R'_t = K_r \times \rho_s = 0,11 \frac{\Omega}{\Omega.m} \times 150 \Omega.m = 16,5 \Omega$$

$$R'_t < R_t \rightarrow 16,5 < 20 \quad OK$$

Además si circula la máxima intensidad de defecto admitida por el electrodo, la tensión de defecto será:

$$V'_d = R'_t \times I_{dm} = 16,5 \times 500 = 8250 V$$

$$V'_d \leq V_{bt} \rightarrow 8250 < 10000 \quad OK$$

Cálculo de las Tensiones de Paso en el Exterior de la Instalación

Tensión de Paso Reglamentaria

$$V_p = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6 \times \rho_s}{1000}\right)$$

Tomando “K” y “n” los siguientes valores (t en segundos):

$$\text{Para } 0,1 \leq t < 0,9 \rightarrow K = 72; \quad n = 1$$

$$\text{Para } 0,9 \leq t < 3 \rightarrow K = 78,5; \quad n = 0,18$$

$$\text{Para } 3 \leq t < 5 \rightarrow K = 64, \quad n = 0$$

$$\text{Para } t \geq 5 \rightarrow K = 50, \quad n = 1$$

Siendo “t” el tiempo máximo de despeje de la falta en segundos (duración de defecto). Antes dijimos que ajustaríamos el relé ekorRPT para un tiempo de despeje de la falta homopolar a 0,7 segundos. Luego como nuestra t = 0,7 segundos nuestro rango es el $0,1 \leq t < 0,9$

$$V_p = \frac{10 \times 72}{0,7^1} \times \left(1 + \frac{6 \times 150}{1000}\right) = 1954,3 V$$

Tensión de Paso Real

$$V'_p = K_p \times \rho_s \times I_{dm} = 0,0258 \times 150 \times 500 = 1935 V$$

$$V'_p < V_p \rightarrow 1935 < 1954,3 \quad OK$$

Cálculo de las Tensiones de Contacto en el Interior de la Instalación

Tensión de Contacto Reglamentaria

$$V_c = \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{1,5 \times \rho_s}{1000} \right)$$

Tomando “K” y “n” los siguientes valores (t en segundos):

Para $0,1 \leq t < 0,9 \rightarrow K = 72; \quad n = 1$

Para $0,9 \leq t < 3 \rightarrow K = 78,5; \quad n = 0,18$

Para $3 \leq t < 5 \rightarrow K = 64, \quad n = 0$

Para $t \geq 5 \rightarrow K = 50, \quad n = 1$

Siendo “t” el tiempo máximo de despeje de la falta en segundos (duración de defecto). Antes dijimos que ajustaríamos el relé ekorRPT para un tiempo de despeje de la falta homopolar a 0,7 segundos. Luego como nuestra $t = 0,7$ segundos nuestro rango es el $0,1 \leq t < 0,9$

$$V_c = \frac{72}{72^1} \times \left(1 + \frac{1,5 \times 150}{1000} \right) = 126 \text{ V}$$

Tensión de Contacto Real

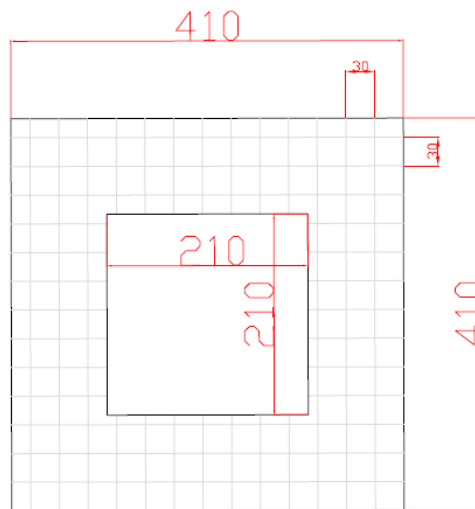
$$V'_c = K_c \times \rho_s \times I_{dm} = 0,0563 \times 150 \times 500 = 4222,5 \text{ V}$$

$$V'_c > V_c \rightarrow 4222,5 > 126 \text{ NO VÁLIDO}$$

Como la tensión de contacto real es mayor que la tensión de contacto reglamentaria hay que tomar medidas adicionales para que no aparezcan tensiones de contacto peligrosas interiores ni exteriores. Las medidas a tomar son las siguientes:

- Las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del Edificio miniBLOK no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar en tensión debido a defectos o averías (cuba del trafo, celdas de MT, cuadro de BT, etc.).
- En el piso del Edificio miniBLOK se dispondrá de un mallazo electrosoldado de redondos de acero cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado al electrodo de p.a.t de protección. Dicho mallazo viene ya instalado de fábrica y todo el edificio miniBLOK será construido de hormigón armado. Dicha armadura se conectará a la red de tierras de protección. Además como hemos mencionado en el apartado “Memoria” se dispondrá de una acera perimetral de hormigón (losa de hormigón) de 20 cm de espesor y que sobresalga 1 metro de la proyección vertical del edificio.

Dentro de la losa se dispondrá de un mallazo electrosoldado de redondos de acero de 4 mm de diámetro y formando una retícula de 30x30 cm y cubierto de un espesor de hormigón de 10 cm. Este mallazo también se conectará al electrodo de puesta a tierra de protección mediante un terminal de tierra tal y como mencionamos en la memoria. Dicha solución es para evitar que aparezcan tensiones de contacto superiores a la reglamentaria ya que el mallazo hará de superficie equipotencial eléctrica. Las dimensiones de la losa de hormigón son las siguientes:



Adoptando esta solución, la tensión de contacto calculada (V_c) tendrá que ser igual o inferior a la tensión de paso de acceso reglamentaria (V_{pacc}).

Cálculo de la Tensión de Paso de Acceso Reglamentaria

$$V_{pacc} = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left(1 + \frac{3 \times \rho_s + 3 \times \rho_H}{1000} \right)$$

Tomando "K" y "n" los siguientes valores (t en segundos):

Para $0,1 \leq t < 0,9 \rightarrow K = 72; \quad n = 1$

Para $0,9 \leq t < 3 \rightarrow K = 78,5; \quad n = 0,18$

Para $3 \leq t < 5 \rightarrow K = 64, \quad n = 0$

Para $t \geq 5 \rightarrow K = 50, \quad n = 1$

Siendo "t" el tiempo máximo de despeje de la falta en segundos (duración de defecto). Antes dijimos que ajustaríamos el relé ekorRPT para un tiempo de despeje de la falta homopolar a 0,7 segundos. Luego como nuestra $t = 0,7$ segundos nuestro rango es el $0,1 \leq t < 0,9$

$$V_{pacc} = \frac{10 \times 72}{0,7^1} \times \left(1 + \frac{3 \times 150 + 3 \times 3000}{1000} \right) = 10748,6 \text{ V}$$

$$V'_c \leq V_{p_{acc}} \rightarrow 4222,5 < 10748,6 \quad OK$$

Resumen de los Cálculos Realizados

- Tensión de paso en el exterior del CT:

$$V'_p < V_p \rightarrow 1935 < 1954,3 \quad OK$$

- Tensión de Paso de Acceso Reglamentaria del CT:

$$V'_c \leq V_{p_{acc}} \rightarrow 4222,5 < 10748,6 \quad OK$$

- Tensión de Defecto del CT:

$$V'_d \leq V_{bt} \rightarrow 8250 < 10000 \quad OK$$

- Intensidad de Defecto del CTR considerada:

$$I'_d = 500 \text{ A} \leq 500 \text{ A} = I_{dm}$$

- Intensidad de Arranque de las Protecciones del CTR:

$$I_a = 50 \text{ A} \leq 500 \text{ A} = I_{dm} \quad OK$$

- Resistencia de Puesta a Tierra del CTR:

$$R'_t < R_t \rightarrow 16,5 < 20 \quad OK$$

Cálculo de la Intensidad de Defecto Real

Para los cálculos hemos considerado que por el electrodo de p.a.t de protección se disipará la máxima corriente admisible por la compañía (500 A). Considerando la resistencia real de la red de tierras de protección con un valor no nulo obtendremos una intensidad real de defecto que se disiparía por nuestra red de tierras de protección:

$$I'_d = \frac{V}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0 + 16,5)^2 + 25,4^2}} = 381,23 \text{ A}$$

Aún así, sigue siendo por encima del valor de arranque de las protecciones:

$$I_a = 50 \text{ A} \leq 381,23 \text{ A} = I'_d \quad OK$$

Cálculo del Electrodo de Puesta a Tierra de Servicio

El electrodo de servicio es el electrodo donde se conecta el neutro de un transformador de potencia (neutro rígidamente puesto a tierra). La resistencia del electrodo de servicio depende exclusivamente del valor de la corriente de falta monofásica que se desea tener en el sistema. La condición necesaria para la instalación de un electrodo de puesta a tierra de servicio es que la tensión de defecto sea superior a 1000 V ($V_d > 1000 \text{ V}$).

En nuestro caso hemos obtenido que la tensión de defecto es:

$$V'_d = R'_t \times I_{dm} = 16,5 \times 500 = 8250 \text{ V} > 1000 \text{ V}$$

Luego es necesario instalar un electrodo de puesta a tierra de servicio al cual conectaremos el neutro del transformador ubicado en el edificio miniBLOK. En concreto lo que se conectará es la pletina del neutro del cuadro general de baja tensión CBTO-K. La forma de conexión la describimos en el apartado "Memoria".

Incluso si consideramos la intensidad real de defecto, la tensión de defecto real será:

$$V'_d = R'_t \times I'_d = 16,5 \times 381,23 = 6290 \text{ V} > 1000 \text{ V}$$

Aún así sigue siendo necesario instalar una puesta a tierra de servicio.

Como hemos dicho antes, al electrodo de servicio se conectará el neutro del transformador (pletina de neutro del cuadro de BT). El criterio de selección del electrodo de tierra de servicio es no ocasionar en el mismo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT de usuario cercana protegida contra contactos indirectos por un diferencial de sensibilidad de 650 mA. Para ello la resistencia de p.a.t de servicio debe ser igual o inferior a 37 Ω .

$$V_d = I_s \times R_t = 0,650 \times 37 = 24 \text{ V}$$

Siendo:

V_d = tensión de defecto en el electrodo de servicio

I_s = sensibilidad del diferencial que protege una instalación del usuario cercano

R_s = resistencia de puesta a tierra del electrodo de servicio

La tensión que se induce en la tierra de servicio del transformador debido a un defecto a tierra monofásico de un usuario de BT es debido a que la corriente de defecto de un usuario busca el neutro del transformador que la alimenta y por tanto circularía por el electrodo de p.a.t de servicio.

Luego el valor máximo de resistencia de puesta a tierra del electrodo de servicio y nuestro dato de partida para empezar el diseño es 37 Ω . Con este valor de resistencia y la resistividad del terreno circundante podemos determinar la constante resistiva "Kr" que nos dará la configuración del electrodo de servicio. (Número de picas y profundidad de enterramiento de las mismas).

$$Kr \leq \frac{R_t}{\rho_s} = \frac{37 \Omega}{150 \Omega.m} = 0,247 \frac{\Omega}{\Omega.m}$$

Siendo:

Kr = constante resistiva del electrodo

R_t = resistencia máxima del electrodo de puesta a tierra de servicio

ρ_s = resistividad del terreno

Como la constante resistiva real del electrodo de servicio tiene que ser menor o igual al valor de la constante resistiva máxima ($Kr = 0,247 \frac{\Omega}{\Omega.m}$), pues miraremos en las tablas de UNESA y elegimos un electrodo con la siguiente configuración:

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.
Separación entre picas : 3 m
Longitud pica = 2 m.

Sección conductor = 50 mm².
Diámetro picas = 14 mm.

PROFUNDIDAD = 0'5 m.

NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA K_r	TENSION DE PASO K_p	CODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,201	0,0392	5/22
3	0,135	0,0252	5/32
4	0,104	0,0184	5/42
6	0,073	0,0120	5/62
8	0,0572	0,00345	5/82

Las características geométricas de electrodo de servicio seleccionado son:

- Picas en hilera de acero galvanizado unidas por un conductor horizontal de sección 50 mm² de cobre desnudo.
- Separación entre picas: 3 metros.
- Longitud de la pica: 2 metros
- Diámetro Pica: 14 mm
- Profundidad de enterramiento: 0,5 metros
- Código de configuración del electrodo: 5/22

Las características eléctricas de dicho electrodo según la tabla anterior son:

- $K'r = 0,201 \frac{\Omega}{\Omega.m}$
- $K'p = 0,0392 \frac{\Omega}{\Omega.m}$

Cálculo de la Nueva Resistencia (real) del Electrodo de Servicio

$$R'_t = \rho_s \times K'_r = 150 \, \Omega \cdot m \times 0,201 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m} = 30,15 \, \Omega$$

$$R'_t \leq R_t \rightarrow 30,15 < 37 \quad OK$$

Luego la tensión que va a aparecer en el electrodo de servicio en caso de estar protegida la instalación de usuario de BT por un diferencial de sensibilidad 650 mA:

$$V_d = I_s \times R'_t = 0,650 \times 30,15 = 19,59 \, V < 24 \, V$$

La configuración del electrodo de servicio y su instalación podemos consultar en el **PLANO 50**.

Investigación de las Tensiones Transferidas al Exterior

Como la tensión de defecto, para una corriente máxima admitida para la compañía de 500 A, es $V_d = 8250 \, V$ y la tensión de defecto real, para una corriente de defecto real de 381,23 A, es de $V'_d = 6290 \, V$, no podemos conectar el neutro del trafo a la p.a.t de protección ya que en la carga (usuario de BT) aparecerán tensiones peligrosas que podrán dañar su aislamiento de BT ya que para los usuarios de BT se distribuye el conductor neutro que en caso de estar conectado a la p.a.t de protección podría pasar lo que mencionamos antes. Por ello, optamos por instalar un electrodo de servicio al cual conectaremos el neutro del trafo ya que éste tiene que estar conectado a tierra rígidamente en un sistema de distribución TT. La separación entre ambos electrodos (protección y servicio) debe ser lo suficientemente alejada para que cuando se disipe una intensidad de defecto por la p.a.t de protección, en la p.a.t de servicio (neutro) no se induzcan tensiones superiores a 1000 V.

De acuerdo con lo anterior, al producirse un defecto a tierra en el CT y disiparse una corriente por el sistema de p.a.t de protección, la tensión inducida en el neutro de baja tensión (p.a.t de servicio) puesto a tierra no deberá ser superior a los 1000 V ya que ese neutro es el que va junto con una fase para alimentar en monofásica a un usuario. En otras palabras, la máxima diferencia de potencial que puede aparecer entre el neutro de baja tensión de trafo (p.a.t de servicio) y una tierra lejana de abonado no afectada, no debe superar los 1000 V. Para determinar la tensión inducida sobre el neutro de BT puesto a tierra a través de la p.a.t de servicio, consideramos que el comportamiento del electrodo de tierra de protección puede asimilarse al de una semiesfera. La tensión inducida por una semiesfera a una distancia D viene dada por la siguiente expresión:

$$V = \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2 \times \pi \times D}$$

Como queremos que la máxima tensión que nos induzca en el electrodo de p.a.t de servicio sea de 1000 V, la distancia de separación entre ambos electrodos (protección y servicio) tiene que ser:

$$D \geq \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2 \times \pi \times V} = \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2 \times \pi \times 1000} = \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2000 \times \pi}$$

Siendo:

D = distancia mínima de separación entre la p.a.t de protección y p.a.t de servicio

ρ_s = resistividad del suelo $\Omega \cdot m$

I_{dm} = intensidad de defecto máxima admitida por la compañía (500 A)

La distancia mínima de separación entre ambos electrodos (protección y servicio), como dijimos antes, es para evitar que aparezcan tensiones peligrosas en los usuarios. La misma distancia se tiene que respetar entre la p.a.t de protección del CTR y una tierra cercana del abonado de BT.

La distancias de separación para las intensidades máxima admitida por la compañía y la intensidad real que se podría producir será:

$$I_{d_{max}} = 500 \text{ A} \rightarrow D = \frac{150 \times 500}{2000\pi} = 11,94 \text{ m}$$

$$I_{d_{real}} = 381,23 \text{ A} \rightarrow D = \frac{150 \times 381,23}{2000\pi} = 9,1 \text{ m}$$

En todo caso, tenemos una instalación real y nunca va a circular una corriente de defecto de 500 A que es la máxima considerada por la compañía ya que la resistencia de p.a.t de protección también hay que tenerla en cuenta por lo que la intensidad real de defecto considerando que el neutro de la subestación tiene una reactancia de $25,4 \Omega$ y la resistencia de p.a.t de protección es $R'_t = 16,5 \Omega$, la intensidad de defecto real será de 381,23 A.

Pero Iberdrola nos exige diseñar la instalación de tierras considerando la máxima intensidad de 500 A y por consiguiente la separación de tierras como hemos visto con la expresión anterior tiene que ser de 11,94 m.

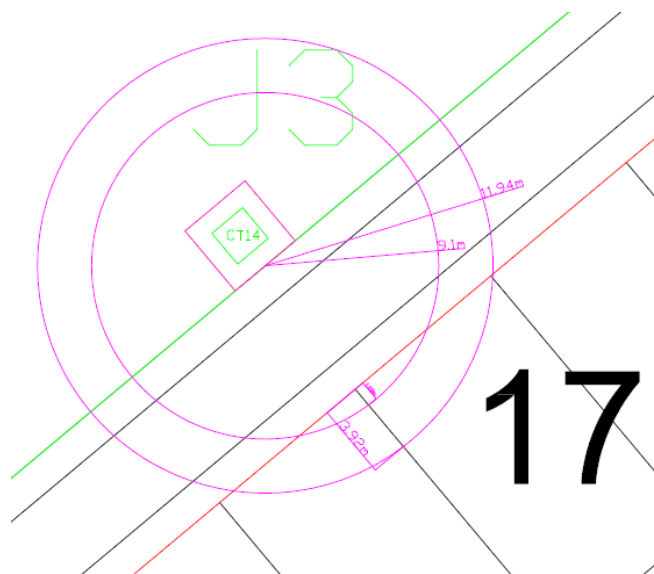
Luego separando las tierras de protección y de servicio a una distancia de 11,94 metros y en caso de disiparse una hipotética corriente de 500 A por el electrodo de protección, la tensión que se va a inducir en la tierra de servicio situada a dicha distancia será:

$$V = \frac{\rho_s \times I_{dm}}{2 \times \pi \times D} = \frac{150 \times 500}{2 \times \pi \times 11,94} = 999,71 \leq 1000 \text{ V OK}$$

Si consideramos la intensidad real de defecto de 381,23 A que se puede disipar por el electrodo de protección y dejando la misma distancia de separación entre los electrodos de p.a.t de protección y servicio de 11,94m, la tensión que se va a inducir en el electrodo de servicio en caso de disiparse dicha corriente real por el electrodo de protección será:

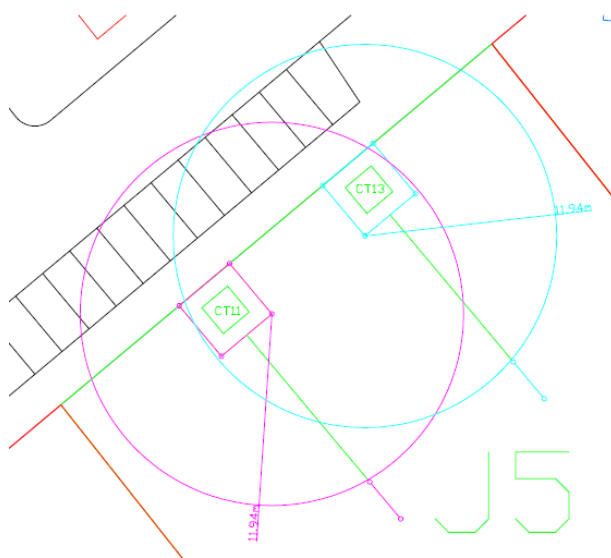
$$V = \frac{\rho_s \times I'_d}{2 \times \pi \times D} = \frac{150 \times 381,23}{2 \times \pi \times 11,94} = 762,24 \leq 1000 \text{ V OK}$$

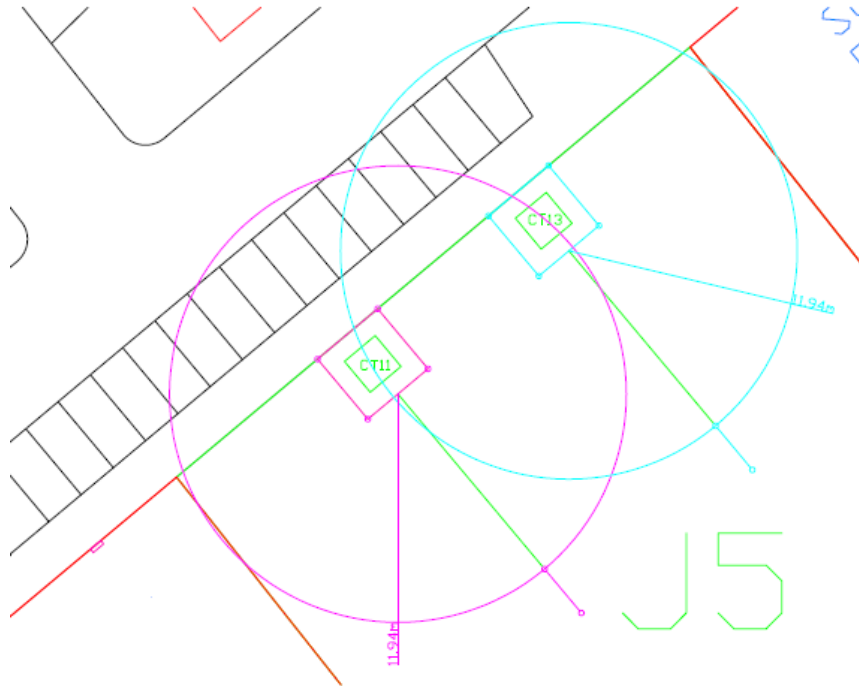
Las distancias de separación que hay que respetar entre ambas tierras de protección y servicio se ven en los siguientes planos:



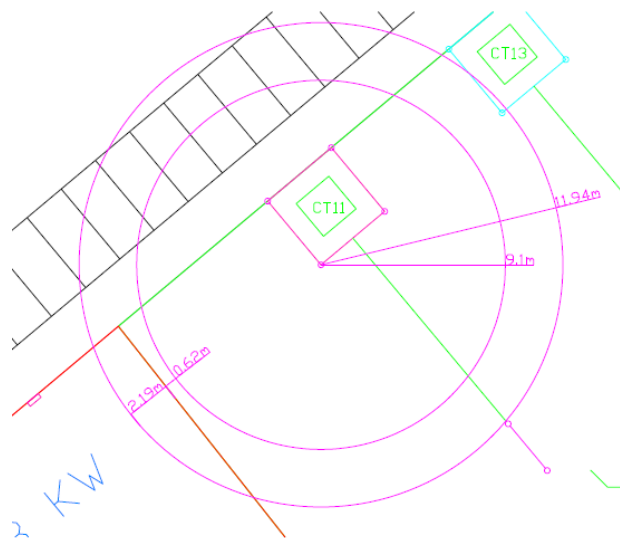
Como no conocemos el plano urbanístico pero seguro que habrá un retranqueo que es la distancia mínima que separa la línea de demarcación de la parcela de la propia vivienda unifamiliar de la parcela 17. En este caso el retranqueo mínimo tiene que ser de 3,92 metros para guardar la separación mínima necesaria entre la p.a.t de protección del trafo y las tierras del abonado considerando la máxima corriente de defecto admisible por la compañía de 500 A. En caso de considerar el valor de la corriente de defecto real de 381,23 A, la distancia de separación entre tierras tendría que ser de 9,1 metros y por consiguiente el retranqueo mínimo que tenemos que respetar sería 1,08 metros.

Otro punto de interés al que nos tenemos que fijar son los transformadores que se sitúan en el Jardín 5 (J5) que son los CT11 y CT13. Primero vemos que las tierras de protección y de servicio de ambos se encuentran a una distancia de 11,94 metros y respetando dicha distancia uno del otro.

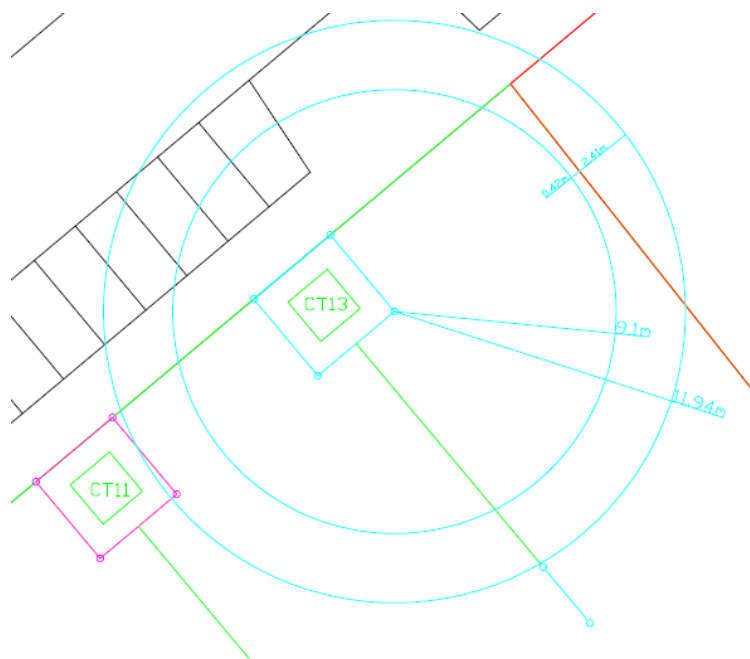




Segunda cosa que tenemos que mencionar es la distancia de seguridad hasta la tierra del abonado del bloque de edificios. Viendo el siguiente plano para el CT11 el retranqueo que hay que hacer para el bloque de edificios de la parcela 20 son 2,19 metros considerando que la distancia de seguridad son 11,94 metros para una intensidad máxima hipotética de 500 A. Ahora bien, si consideramos la corriente de defecto real de 381,23 A la distancia de separación es de 9,1 metros. Con esta distancia todavía tenemos un margen de 0,62 metros y no habrá que hacer ningún retranqueo para el Bloque de edificios de la parcela 20.



Algo parecido vemos que pasaría con el CT13 y la parcela 19:



El resto de trafos miniBLOK cumplen perfectamente la distancia de separación hacia las tierras del abonado de 11,94 metros.

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio eléctricamente independientes y guardar la distancia de separación entre ellos de 11,94 metros, la conexión del electrodo de puesta a tierra de servicio al neutro del transformador se realizará con cable aislado de 0,6/1 KV de sección 50 mm² de cobre protegido bajo tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo (IK7), contra daños mecánicos. Es decir, el cable de sección 50 mm² irá aislado desde el neutro del trafa con aislamiento 0,6/1KV y protegido con tubo PVC con grado de protección mecánica mínimo IK7 hasta las picas en hilera de las que se compone el propio electrodo de p.a.t de servicio del propio trafa.

Corrección y Ajuste del Diseño Inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

2.4 Diseño del Entronque Aéreo-Subterráneo

Para el diseño del entronque A/S justificaremos la colocación del tipo de cadena de aislamiento utilizada, los fusibles XS utilizados, las botellas terminales utilizados, pararrayos utilizados, tipo de apoyo y altura utilizado y el tipo de cruceta utilizada. Posteriormente describiremos la p.a.t de protección del apoyo y las cimentaciones del mismo.

2.4.1 Cálculo de la Cadena de Aislamiento

Suponiendo un nivel de polución medio (II), Iberdrola para sus líneas de 20 KV y proyecto tipo **MT 2.21.60** utiliza la siguiente cadena de aislamiento:

<u>NIVEL DE POLUCIÓN MEDIO (II)</u>	
Amarre	
Marca	Denominación
1	Aislador compuesto U70 YB 20
2	Alojamiento de rótula R16/17P
3	Grapa de amarre GA-1
L = 575 mm	
<u>NIVEL DE POLUCIÓN MUY FUERTE (IV)</u>	
Amarre	
Marca	Denominación
1	Aislador compuesto U70 YB 20 P
2	Alojamiento de rótula R16/17P
3	Grapa de amarre GA-1-I
L = 575 mm	

Figura 2. Cadena de amarre, para niveles de polución II y IV

Las características de dicha cadena de aislamiento también lo podemos ver en la norma particular de Iberdrola **NI 48.08.01**.

Tabla 1
Tipos normalizados

Designación	Nivel de polución CEI 60 815	Nivel de tensión kV	Línea de fuga mín. (1) mm	Dimensiones		Masa aprox. kg	Código
				Longitud Total (L) ±10 mm	Longitud aislante (La) mín. (2) mm		
U70RB20		20	480	380	230	1,8	4803014
U70YB20		20	480	380	230	1,8	4803015
U70AB30		30	720	480	310	2,0	4803021
U70AB45		45	1040	620	450	2,5	4803026
U70AB66		66	1450	800	590	3,0	4803031
U120AB132		132	2900	1390	1080	5,0	4803051
U120AB220+AR1	II	220	4900	2300	1770	8,5	4803066
U160AB220+AR2		220	4900	2300	1770	10,0	4803075
U160AB380+2AR2		380	8400	3550	3060	13,0	4803083
U120RB132		132	2900	1390	1080	5,0	4803052
U120RB220+AR1		220	4900	2300	1770	8,5	4803067
U160RB220+AR2		220	4900	2300	1770	10,0	4803076
U160RB380+2AR2		380	8400	3510	3060	13,0	4803084
U120AAR132		132	2900	1390	1080	5,0	4803054
U120AAR220+AR1		220	4900	2300	1770	8,5	4803069

(1) La línea de fuga se establece en base a considerar los siguientes valores unitarios por kV, de las tensiones más elevadas de línea correspondientes a las nominales fijadas:

- Nivel II (polución media) = 20 mm/kV
- Nivel IV (polución muy fuerte) = 31 mm/kV

(2) La longitud aislante mínima "La" del aislador, definida como la distancia entre metal y metal, se entiende para:

- Tensión de 220 kV = distancia entre herraje y anillo de reparto.
- Tensión 380 kV = distancia entre anillos de reparto.

(3) Los aisladores para 220 kV, llevarán instalado 1 AR. (ver fig.1-e,f g).

Los aisladores para 380 kV, llevarán instalados 2 AR. (ver fig.1-h,i).

Significado de las siglas que componen la designación:

- U: letra indicativa de aislador de cadena.
- 70, 120(N16), 160(N20): número que indica la carga de rotura a tracción en kN y la norma del aislador.
- AB, AA, RB, YB: letras que identifican el tipo de herraje en los extremos superior e inferior, respectivamente, del aislador según el siguiente significado:
 - A: anilla
 - B: bola
 - R : alojamiento de rótula
 - Y: horquilla en V

La posición de los herrajes puede ser paralela o revirada; en este último caso se le añadirá la letra R.

- 20, 30, 45, ... 380: número que indica el nivel de tensión en kV
- P: letra indicativa de aislador para polución muy fuerte.

Accesorios de los aisladores para las tensiones de 220 y 380 kV:

- AR: anillo repartidor de potencial
- 1/2: norma del aislador (N16 y N20)

Tabla 3

Tensión nominal, cargas mecánicas y niveles de aislamiento

Nivel de tensión de red kV	Carga de rotura kN	Momento de torsión daN.m	Tensión soportada	
			a F.I. bajo lluvia kV	Con onda de impulso kV
20	70	6	70	165
30	70	6	95	215
45	70	6	120	300
66	70	6	165	380
132	120	9	320	650
220	120/160	9/12	495	1000
380	160	12	750	1550

2.4.2 Cálculo de los Fusibles XS

Los fusibles homologados por Iberdrola y los que utiliza la compañía para sus líneas aéreas de MT de 20 kV y para los entronques subterráneos se recogen en la norma particular de Iberdrola **NI 75.06.11**.

Tabla 1

Tipos normalizados: características esenciales y código

Designación Iberdrola	Tensión asignada kV	Intensidad asignada A	Para nivel de contaminación (*)	Código
BP-CFE 24	24	200	III y IV III	75 07 100
BP-CFE 36	36			75 06 100
P-CFE 24	24	100		75 07 164
P-CFE 36	36			75 06 164
CS-CFE 24	24	200		75 07 191
CS-CFE 36	36			75 06 191
CFE 24	24	200	III y IV III	75 07 130
CFE 36	36			75 06 130
FE-12	24 y 36	12		75 06 112
FE-20		20		75 06 114
FE-25		25		75 06 115

Significado de las siglas que componen la designación:

BP-CFE: Base polimérica cortacircuitos fusible de expulsión.

P-CFE: Portafusibles para cortacircuitos fusibles de expulsión.

CS-CFE: Cuchilla seccionadora para cortacircuitos fusibles de expulsión.

CFE: Cortacircuitos fusible de expulsión. Conjunto de base polimérica y portafusible.

FE: Fusible de expulsión.

24/36: Tensión asignada en kV.

12/20/25: Intensidad asignada de los fusibles en A.

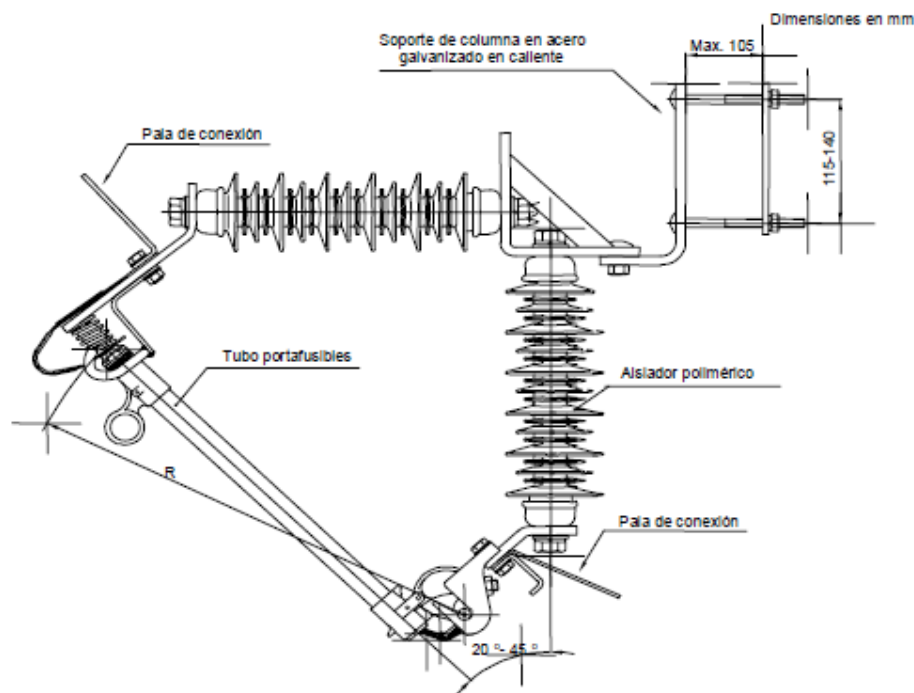


Fig. 1: Cortacircuito fusible seccionador (CFE).

Tabla 2

Intensidades asignadas

Base	Fusibles	Portafusible	Cuchilla seccionadora	Poder de corte kAef.
A	A	A	A	
200	12-20-25-	100	200	8

2.4.3 Cálculo de las Botellas Terminales (Terminaciones de Exterior)

Iberdrola para sus entronques A/S en redes de distribución aéreas de 20 KV en su documento **MT 2.21.60** menciona que lo terminales exteriores que se instalarán en dichos entronques se designarán como TE-24. Dichos terminales exteriores están regulados por la norma de Iberdrola **NI 56.80.02**.

Tabla 1

Terminaciones de exterior normalizados

Designación	Tensión máxima (Um) kV	Sección del conductor mm²	Naturaleza del conductor	Código
TE/24-50	24	50	Al	56 84 651
TE/24-150-240		150 y 240		56 84 657
TE/24-400		400		56 84 658
TE/36-50		50		56 84 661
TE/36-150-240		150 y 240		56 84 667
TE/36-400		400		56 84 668

Dichas Terminaciones exteriores ya fueron descritas en el apartado “Memoria” y tendrán este aspecto:

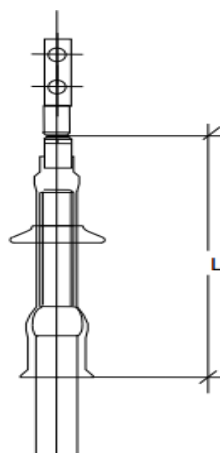


Fig. 1: Terminación de exterior

Tabla 5
Dimensiones de las terminaciones

Tensión asignada $U_o/U(U_m)$ (kV)	Terminaciones de exterior	Terminaciones de interior
	Longitud máxima de la terminación L en (mm) ± 5	
12/20 (24)	575	315
18/30 (36)	650	340

2.4.4 Cálculo de los Pararrayos Autovalvulares para Entronque A/S

Iberdrola los pararrayos autovalvulares que instala en sus entronques A/S están recogidos en la norma particular de la compañía **NI 75.30.02**. Las características de pararrayos elegido se ven en las siguientes tablas:

Tabla 1
Pararrayos normalizados. Características esenciales y códigos

Designación	Frecuencia asignada Hz	Tensión asignada U_r kV	Tensión máxima servicio continuo U_c Kv	Utilización tensión de red kV	Corriente nominal de descarga (onda 8/20µs) kA	Código
POM-P 15/10	50	15	12	11 13,2	10	7530002
POM-P 21/10		21	18	15 20		7530004
POM-P 33/10		33	27	30		7530007

Significado de las siglas que conforman la designación:

- POM: Pararrayos de óxidos metálicos
- P : Envoltura polimérica. Esta letra irá separada de las anteriores por un guión
- Dos números separados por una barra: Indican, por este orden, la tensión asignada U_r y la corriente de descarga en kA

Ejemplo de denominación:

Pararrayos POM-P 21/10 NI 75.30.02.

Tabla 2

Características eléctricas

	Tensión máxima de servicio continuo		
	12 kV	18 kV	27 kV
Corriente de ensayo del pararrayos en cortocircuito	3 kA	6 kA	12 kA
Valor de cresta de la corriente de descarga de forma de onda de gran amplitud (onda 4/10 μ s)	100 kA		
Tensión residual a la corriente nominal de descarga, 10 kA, valor cresta	≤ 50 kV	≤ 65 kV	≤ 100 kV
Tensión residual a la corriente de 40 kA (onda 8/20 μ S). Valor cresta	≤ 65 kV	≤ 95 kV	≤ 135 kV

Los pararrayos elegidos tendrán el siguiente aspecto:



2.4.5 Cálculo del Apoyo y Cruceta para el Entronque A/S

El proceso de cálculo mecánico de un apoyo y de una cruceta lleva los siguientes pasos:

1) Cálculo de la Cadena de Aislamiento

Los elementos de las que se compone la cadena de aislamiento para nuestro caso serán:

- Aislador Compuesto U70YB20
- Rótula Corta R16/17P
- Grapa de Amarre GA-1

Peso Total Aproximado de la Cadena de Aislamiento = 3 kg (aislador + herrajes)

Longitud Total de la Cadena de Aislamiento = 0,575 metros (visto en apartado 2.4.1)

Diámetro Aproximado de la Cadena de Aislamiento = 0,2 metros.

2) Diseño del Armado (Cruceta)

Según la instrucción ITC-LAT-07 del Reglamento de Alta Tensión el diseño del armado consiste en primero diseñar la distancia de fijación entre los conductores:

Distancias entre conductores

La distancia entre los conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

Con este objeto, la separación mínima entre conductores de fase se determinará por la fórmula siguiente:

$$D = K\sqrt{F + L} + K' D_{pp}$$

en la cual:

- D = Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16.
K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea $K'=0,85$ para líneas de categoría especial y $K'=0,75$ para el resto de líneas.
F = Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3
L = Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L=0$.
 D_{pp} = Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2, en función de la tensión más elevada de la línea.

Los valores de las tangentes del ángulo de oscilación de los conductores vienen dados, para cada caso de carga, por el cociente de la sobrecarga de viento dividida por el peso propio más la sobrecarga de hielo si procede según zona, por metro lineal de conductor, estando la primera determinada para una velocidad de viento de 120 km/h. En función de estos y de la tensión nominal de la línea se establecen unos coeficientes K que se dan en la tabla 16.

$$D = K \times \sqrt{F + L} + K' \times D_{pp}$$

Siendo:

D_{pp} = distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas = 0,25 m (Tabla 15 ITC – LAT – 07)

Tabla 15. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{al} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

K' = coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea que para 20 KV es = 0,75
 L = longitud de la cadena de aislamiento. Para cadena de amarre $L = 0$
 F = flecha máxima para el vano considerado y según el conductor elegido = 1,14 m (Vano = 50 m, Zona A, Conductor LA – 56 con tense reducido)

Como la distancia aérea entre el entronque A/S hasta el apoyo de entronque fin de línea aérea de Iberdrola según el **PLANO 53** son 50 metros, luego la longitud del vano considerado será también 50 metros. Utilizaremos el conductor 47-AL1/8STA1 (LA-56) con tense reducido. Encontramos en la tabla de tendido de LA-56 tense reducido de la norma particular de Iberdrola **MT 2.21.60** que la flecha máxima para las condiciones de temperatura máxima (50°C) es 1,14 metros. (F=fmax=1,14 metros)

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Altitud menor de 500 m)																																
CONDUCTOR 47-AL1/8-STA (LA 56) - TENSE REDUCIDO																																
T = Tensión, en daN			V = Hipótesis de Viento			Peso, daN/m = 0,186			Módulo de elasticidad, daN/mm ² = 7900			Cr = C. Rotura, daN = 1640																				
F = Flecha, en m			V/2 = Hipótesis de Viento			Diámetro, mm = 9,45			Presión V, daN/m ² = 60			Tensión máxima, daN = 225																				
CS = Coeficiente de Seguridad						con presión mitad			Sección, mm ² = 54,6			Peso + sobrecarga de V, daN/m = 0,597			CS Mínimo = 7,29																	
A = Vano de regulación, en m.									Coef. dilatación lineal, °C = 0,0000191			Peso + sobrecarga de V/2, daN/m = 0,339			EDS máximo = 4,3																	
A	Tensión Máxima		Flechas								Parámetro Catenario		Oscilación de cadenas		Tabla de tendido Temperatura en °C																A	
			Máxima				Mínima																									
	-5° C + V		50° C		15° C + V		-5° C																									
	T	CS	T	F	T	F	T	F	Max	Mm	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F		
50	225	7,29	51	1,14	190	0,98	92	0,63	275	496	147	0,72	55	1,06	57	1,02	59	0,98	62	0,93	65	0,89	69	0,84	4,2	73	0,79	78	0,74	50		
60	225	7,29	55	1,52	197	1,36	84	0,99	296	454	141	1,08	58	1,44	60	1,39	62	1,35	64	1,30	67	1,25	69	1,21	4,2	72	1,15	76	1,10	60		
70	225	7,29	58	1,97	203	1,80	80	1,42	312	431	138	1,51	61	1,88	62	1,83	64	1,78	65	1,74	67	1,69	69	1,64	4,2	72	1,59	74	1,53	70		
80	225	7,29	60	2,47	207	2,31	77	1,92	324	417	136	2,00	62	2,38	64	2,33	65	2,29	66	2,24	68	2,19	70	2,14	4,2	71	2,08	73	2,03	80		
90	225	7,29	62	3,05	210	2,88	76	2,48	333	408	134	2,56	64	2,95	65	2,90	66	2,85	67	2,80	68	2,75	70	2,70	4,2	71	2,65	72	2,59	90		
100	225	7,29	63	3,68	213	3,51	75	3,11	340	402	133	3,20	65	3,59	66	3,54	67	3,49	68	3,44	69	3,38	70	3,33	4,3	71	3,28	72	3,22	100		
110	225	7,29	64	4,39	214	4,22	74	3,81	346	397	132	3,89	66	4,29	66	4,24	67	4,19	68	4,13	69	4,08	70	4,03	4,3	71	3,98	72	3,92	110		
120	225	7,29	65	5,16	216	4,98	73	4,58	350	394	131	4,66	66	5,06	67	5,00	68	4,95	68	4,90	69	4,85	70	4,80	4,3	71	4,74	71	4,69	120		
130	225	7,29	66	5,99	217	5,82	73	5,41	354	391	131	5,49	67	5,89	67	5,84	68	5,79	69	5,73	69	5,68	70	5,63	4,3	70	5,57	71	5,52	130		
140	225	7,29	66	6,89	218	6,72	72	6,31	357	389	130	6,39	67	6,79	68	6,74	68	6,69	69	6,63	69	6,58	70	6,53	4,3	70	6,47	71	6,42	140		
150	225	7,29	67	7,86	219	7,69	72	7,28	359	388	130	7,35	67	7,76	68	7,71	68	7,65	69	7,60	69	7,55	70	7,49	4,3	70	7,44	71	7,39	150		
160	225	7,29	67	8,90	220	8,73	72	8,31	361	386	130	8,39	68	8,80	68	8,74	69	8,69	69	8,64	69	8,58	70	8,53	4,3	70	8,47	71	8,42	160		
170	225	7,29	67	10,01	220	9,83	71	9,41	363	385	129	9,49	68	9,90	68	9,85	69	9,79	69	9,74	69	9,69	70	9,63	4,3	70	9,58	71	9,52	170		
180	225	7,29	68	11,18	221	11,00	71	10,58	364	384	129	10,66	68	11,07	69	11,02	69	10,96	69	10,91	70	10,86	70	10,80	4,3	70	10,75	71	10,69	180		
190	225	7,29	68	12,42	221	12,24	71	11,82	365	384	129	11,90	68	12,31	69	12,26	69	12,20	69	12,15	70	12,10	70	12,04	4,3	70	11,99	71	11,93	190		
200	225	7,29	68	13,73	221	13,55	71	13,13	367	383	129	13,21	69	13,62	69	13,57	69	13,51	69	13,46	70	13,40	70	13,35	4,3	70	13,29	70	13,24	200		
210	225	7,29	68	15,10	222	14,93	71	14,50	367	383	129	14,58	69	15,00	69	14,94	69	14,89	69	14,83	70	14,78	70	14,72	4,3	70	14,67	70	14,61	210		
220	225	7,29	68	16,55	222	16,37	71	15,95	368	382	129	16,03	69	16,44	69	16,39	69	16,33	69	16,28	70	16,22	70	16,17	4,3	70	16,11	70	16,06	220		
230	225	7,29	68	18,07	222	17,89	71	17,46	369	382	129	17,54	69	17,96	69	17,90	69	17,85	69	17,79	70	17,74	70	17,68	4,3	70	17,63	70	17,57	230		
240	225	7,29	69	19,65	223	19,47	71	19,04	370	381	129	19,12	69	19,54	69	19,49	69	19,43	70	19,38	70	19,32	70	19,27	4,3	70	19,21	70	19,15	240		
250	225	7,29	69	21,30	223	21,12	71	20,69	370	381	129	20,77	69	21,19	69	21,14	69	21,08	70	21,03	70	20,97	70	20,92	4,3	70	20,86	70	20,81	250		

K = coeficiente de oscilación de las cadenas y que se tomará de la tabla 16 de ITC – LAT – 07

Los valores de las tangentes del ángulo de oscilación de los conductores vienen dados, para cada caso de carga, por el cociente de la sobrecarga de viento dividida por el peso propio más la sobrecarga de hielo si procede según zona, por metro lineal de conductor, estando la primera determinada para una velocidad de viento de 120 km/h. En función de estos y de la tensión nominal de la línea se establecen unos coeficientes K que se dan en la tabla 16.

Como estamos en zona A no tenemos que considerar la sobrecarga de hielo y el peso aparente del conductor será igual a l peso propio del mismo. ($P_a = P$)
La sobrecarga de viento viene dada por la siguiente expresión:

$$P_v = q \times d$$

Siendo:

P_v = sobrecarga de viento sobre los concutores ($\frac{kg}{m}$)

q = presión de viento sobre los conductores (daN/m^2)

d = diametro del conductor LA – 56. Según la tabla de tendido anterior $d = 9,45$ mm

El el RLAAT en la instrucción ITC-LAT-07 encontramos la siguiente expresión para calcular “q”:

$$q = \text{presión del viento} = 60 \times \left(\frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ para conductores de } d \leq 16 \text{ mm}$$

Y como la velocidad máxima del viento para las condiciones más desfavorable es considerada como $V_v = 120$ km/h , luego la presión de viento será:

$$q = 60 \left(\frac{120}{120} \right)^2 = 60 \text{ daN/m}^2$$

Por lo que el coeficiente “K” de oscilación de las cadenas será igual a:

$$K = f(\alpha) \rightarrow \alpha = \arctan \frac{P_v}{P_a} = \arctan \frac{P_v}{P} = \arctan \frac{60 \times 9,45 \times 10^{-3} \times 1,02 \left(\frac{kg}{m} \right)}{0,189 \left(\frac{kg}{m} \right)} = 71,89^\circ \rightarrow K = 0,65$$

Tabla 16 ITC-LAT-07

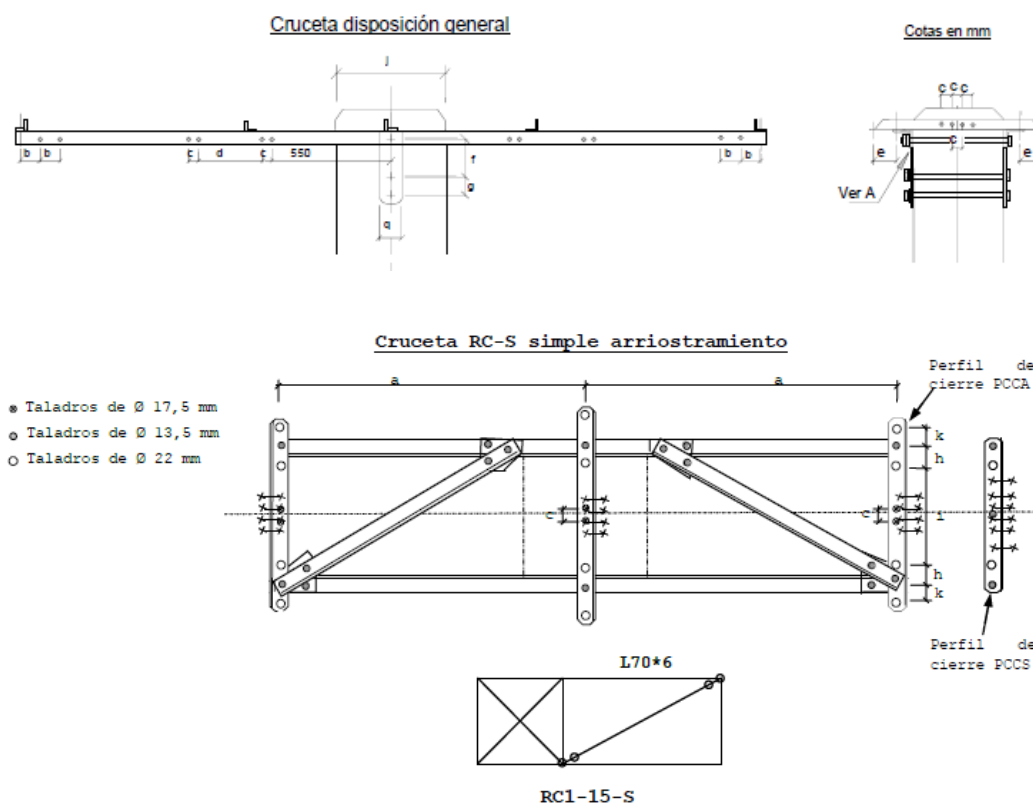
Tabla 16. Coeficiente K en función del ángulo de oscilación

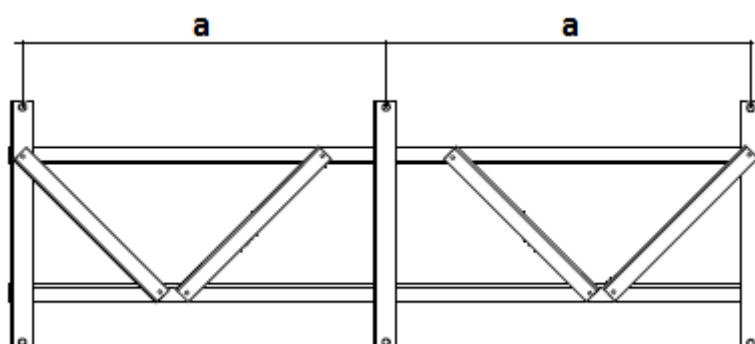
Angulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

Por lo que la distancia mínima de separación entre los conductores en el armado tiene que ser:

$$D = 0,65 \times \sqrt{1,14 + 0} + 0,75 \times 0,25 = 0,8784 \text{ m}$$

Seleccionamos en la norma particular de Iberdrola **NI 52.31.02** el siguiente armado (cruceta):





Crucetas y semicrucetas para apoyos de perfiles metálicos de celosía

Los elementos normalizados son los que se indican en la tabla 1.

Tabla 1. Crucetas y semicrucetas rectas normalizadas para apoyos de perfiles metálicos de celosía

Designación	Esfuerzo vertical admisible daN	Separación entre fases contiguas, o al eje del apoyo. Cota "a" mm	Masa Kg	N° de plano	Código
RC1-10-S	450	1.000	32,21	982.481	5231201
RC1-12,5-S	450	1.250	45,47	982.484	5231203
RC1-15-S	450	1.500	59,41	982.482	5231212
RC1-17,5-S	450	1.750	76,76	982.485	5231213
RC1-20-S	450	2.000	96,31	982.483	5231214
RC2-10-S	650	1.000	36,58	982.486	5231216
RC2-12,5-S	650	1.250	59,49	982.489	5231218
RC2-15-S	650	1.500	82,79	982.487	5231220
RC2-17,5-S	650	1.750	104,55	982.490	5231222
RC2-20-S	650	2.000	125,24	982.488	5231224

Significado de las siglas que componen la designación:

RC: cruceta de tipo recta para apoyos de celosía

SC: semicruceta de tipo recta para apoyos de celosía

1, 2 ó 3: distingue la carga vertical que debe soportar la cruceta o semicruceta: 450 daN (1) y 650 daN (2) para el tipo de cruceta o semicruceta "S" ó 650 (2) daN y 800 (3) daN para el tipo de cruceta o semicruceta "T".

10/..../20: corresponde a la longitud de la cota "a" expresada en dm

S: Indicativo de ser una cruceta o semicruceta sin tirante.

T: Indicativo de ser una cruceta o semicruceta con tirante.

PCCA: Elemento (unidad)perfil de cierre para cadenas de amarre.

PCCS: Elemento (unidad)perfil de cierre para cadenas de suspensión.

Tabla 4

Dimensiones de crucetas y semicrucetas para apoyos de perfiles metálicos

Designación	Dimensiones en mm															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
RC1-10-S	1000	1080		=	62	=	=									
RC1-12,5-S	1250	1330		=	52	=	=									
RC1-15-S	1500	1580	30	520	52	=	=	60	450	90	87	400	20	30	35	420
RC1-17,5-S	1750	1830		520	42	=	=									
RC1-20-S	2000	2080		520	42	=	=									

Tabla 6

Crucetas y semicrucetas para apoyos de perfiles metálicos

Crucetas	Semicrucetas	Casos de carga	Cargas de trabajo más sobrecarga			Coeficiente de seguridad	Carga límite especificada			Duración S
			daN				Carga de ensayo daN			
			V	L	F		V	L	F	
RC1-S	SC1-S	A	450	=	1500	1,5	675	=	2250	60
		B	450	1500	=		675	2250	=	
RC2-S	SC2-S	A	650	=	1500	1,5	975	=	2250	60
		B	650	1500	=		975	2250	--	
RC2-T	SC2-T	A	450	=	2000	1,5	675	=	3000	60
		B	450	2000	=		675	3000	=	
RC3-T	SC3-T	A	800	=	2000	1,5	1200	=	3000	60
		B	800	2000	=		1200	3000	=	

Casos de carga

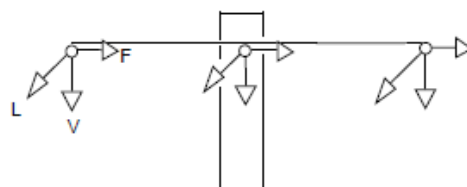
En las tablas correspondientes se indican los casos de carga, que deben soportar las crucetas y semicrucetas, en función de las magnitudes y direcciones de las cargas de trabajo más las sobrecargas (véase figura 7).

El caso de carga A representa la carga transversal, F, que actúa en la dirección principal, carga de viento.

El caso de carga B representa la carga longitudinal, L, que actúa en la dirección secundaria y es debida a la rotura de un conductor, desequilibrio o carga de hielo, según sea el caso.

Las cargas verticales, V, son debidas al peso de los conductores y de las cadenas de aisladores, más la sobrecarga del hielo, según la zona.

En los casos de carga A y B, las cargas especificadas se aplicarán en ambos extremos de la cruceta o en el extremo de la semicruceta.



V = Carga vertical
L = Carga en el sentido de la línea
F = Carga transversal al sentido de la línea

Fig.7.- Aplicación de cargas

En el apartado anterior dice que en caso de las cargas A y B, se aplicarán en cada punto de fijación de los conductores, luego cada punto de fijación debe aguantar dichos esfuerzos, o lo que es lo mismo las cargas son por fase.

Elegimos una cruceta con la distancia de separación entre conductores de fase de 1,5 m para tener suficiente margen ya que al ser tense reducido las cadenas pueden oscilar o desplazarse más por el viento, es decir, tendrán más grados de libertad.

Dreal = 1,5 metros.

La flecha máxima que permite este armado para que los conductores no se toquen sería:

$$F_{max} = \left(\frac{D_{real} - K' \times D_{pp}}{K} \right)^2 - L = \left(\frac{1,5 - 0,75 \times 0,25}{0,65} \right)^2 - 0 = 4,07 \text{ m}$$

$$F_{max} = 4,07 \text{ m} > 1,14 \text{ m} = f_{max} \text{ (LA - 56, tense reducido con vano de 50m)} \quad OK$$

El vano máximo que admite este armado:

$$a_{max} = \sqrt{\frac{8 \times T \times F_{max}}{Pa}}$$

Siendo:

a_{max} = vano máximo que permite el armado seleccionado

T = tensión del conductor para las condiciones de flecha máxima. $T = 51 \times 1,02 = 52,02 \text{ kg}$

Se saca de la tabla de tendido mostrada anteriormente.

F_{max} = flecha máxima que admite al armado. $F_{max} = 4,07 \text{ m}$

Pa = peso aparente del conductor para las condiciones de flecha máxima (50°C). $Pa = P = 0,189 \text{ kg/m}$

Como las condiciones de flecha máxima son para la hipótesis de temperatura (50°C), luego para estas condiciones no hay que considerar el viento por lo que el peso aparente del conductor (Pa) será igual a su peso propio (P). El peso propio del conductor LA-56 lo sacamos de la tabla de tendido mencionada antes.

$$a_{max} = \sqrt{\frac{8 \times 52,02 \times 4,07}{0,189}} = 94,66 \text{ m}$$

$$a_{max} = 94,66 \text{ m} > 50 \text{ m} = \text{Vano real} \quad OK$$

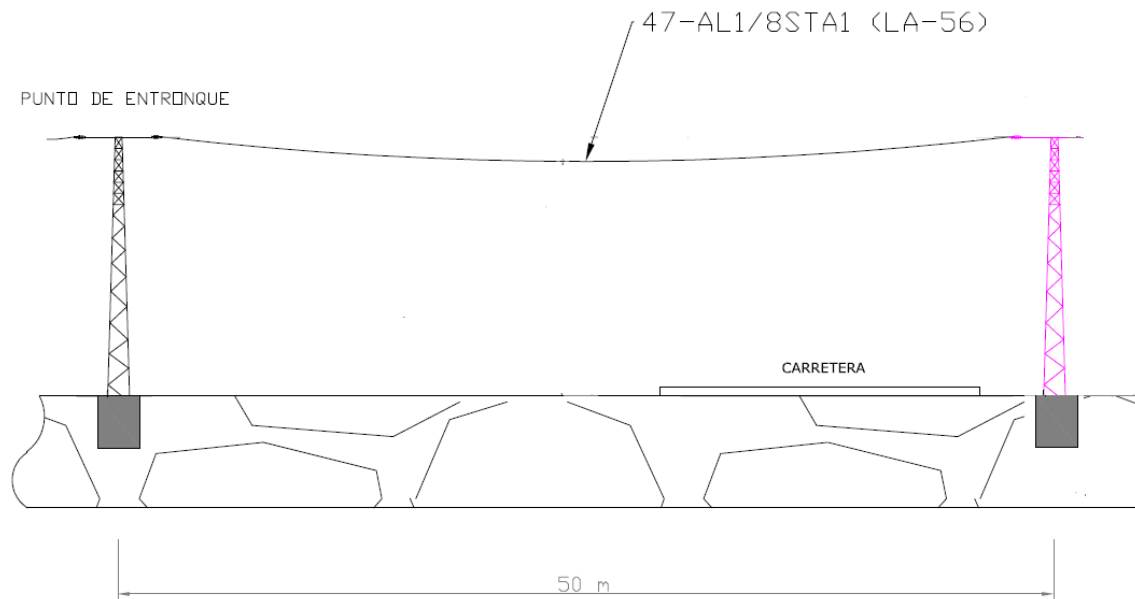
Luego el armado (cruceta) RC1-15S sería válida por distancia entre conductores.

3) Cálculo Mecánico del Apoyo

Como estamos en zona A según el RLAAT ITC-LAT-07 tenemos que comprobar las hipótesis:

- 1ª Hipótesis: Viento
- 2ª Hipótesis: Hielo → No se comprueba dicha hipótesis porque no hay hielo en zona A
- 3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones. Para Zona A y apoyos fin de línea forma parte de la hipótesis de viento formando una resultante de fuerzas.
- 4ª Hipótesis: Rotura de Conductores.

Luego de las 4 hipótesis antes mencionadas tenemos que comprobar solamente 2 para nuestras condiciones de instalación que son la hipótesis de viento (1ª) y la hipótesis de rotura de conductores (4ª).



• 1ª Hipótesis: Viento

- Esfuerzos Transversales

$$F_t = q \times n \times d \times a_e = 60 \times 3 \times 9,45 \times 10^{-3} \times \frac{50 + 0}{2} = 42,52 \text{ daN}$$

Siendo:

F_t = fuerza que transmiten al apoyo las 3 fases bajo la acción de viento

q = presión de viento de 120 km/h $\rightarrow q = 60 \text{ daN/m}^2$

n = número de conductores de las 3 fases.

d = diámetro del conductor LA-56 (se saca de la tabla de tendido mostrada antes)

$$a_e = \text{eolovano} = \frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{50 + 0}{2} = 25 \text{ m}$$

$$F_{t1 \text{ fase}} = \frac{F_t}{3} = \frac{42,52}{3} = 14,17 \text{ daN} \rightarrow \text{fuerza que le transmite al apoyo una fase bajo la acción del viento}$$

- Esfuerzos Longitudinales por Desequilibrio de Tracciones

$$F_l = n \times T_{\max} = 3 \times 225 = 675 \text{ daN}$$

Siendo:

F_l = fuerza total longitudinal que le transmiten los conductores al apoyo

n = numero de conductores de las 3 fases

T_{\max} = tensión máxima para conductor LA - 56, vano de 50 m, tense reducido = 225 daN.

Se saca de la tabla de tendido de LA-56 tense reducido mencionada antes.

$$F_{l_{1fasse}} = \frac{F_l}{3} = \frac{675}{3} = 225 \text{ daN} \rightarrow \text{fuerza longitudinal que le transmite 1 fase al apoyo bajo la acción de viento}$$

La resultante total de ambos esfuerzos será:

$$R = \sqrt{F_t^2 + F_l^2} = \sqrt{42,52^2 + 675^2} = 676,33 \text{ daN}$$

El esfuerzo resultante que transmite al apoyo una fase (un conductor) será:

$$R_{1fasse} = \sqrt{F_{t_{1fasse}}^2 + F_{l_{1fasse}}^2} = \sqrt{14,17^2 + 225^2} = 225,44 \text{ daN}$$

- Esfuerzos Verticales

Los esfuerzos verticales que simultáneamente deberán soportar el apoyo y la cruceta son:

- Peso de los Conductores:

$$P_{cond} = n \times P \times \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + c_v \times (\tan \alpha_1 + \tan \alpha_2) \right] = 3 \times 0,189 \times \left[\frac{50 + 0}{2} + \frac{T_{max}}{Pa} \times (0 + 0) \right] = 14,17 \text{ kg}$$

$$P_{cond} = \frac{14,17}{1,02} = 13,89 \text{ daN} \rightarrow \text{peso total de los conductores que gravita sobre el apoyo}$$

Siendo:

n = número de conductores que soporta el apoyo=3

P = peso propio del conductor = $0,189 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ (tabla de tendido LA – 56)

$$\frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{50 + 0}{2} = a_e = \text{eolovano}$$

$$c_v = \text{parámetro de la catenaria} = \frac{T_{max}}{Pa}$$

Como el terreno es nivelado consideramos que $\alpha_1 = 0$ y $\alpha_2 = 0$

El peso de un conductor que gravita sobre el apoyo será:

$$P_{cond_{1fasse}} = \frac{13,89}{3} = 4,63 \text{ daN}$$

- Peso de la Cadena de Aislamiento:

Determinamos el peso aproximado de la cadena de aislamiento (aislador + rótula + grapa de amarre) en los apartados anteriores que era 3 kg.

$$P_{cadena_{1fasse}} = 3 \text{ kg} = \frac{3}{1,02} = 2,94 \text{ daN}$$

El peso total de las 3 cadenas de aislamiento de las 3 fases será:

$$P_{TotalCadenas} = 3 \times P_{cadena_{1fasse}} = 3 \times 2,94 = 8,82 \text{ daN}$$

- Peso del Armado (Cruceta) RC1-15S

$$P_{Cruceta} = 59,41 \text{ kg} = \frac{59,41}{1,02} = 58,24 \text{ daN (NI 52.31.03)}$$

- Peso Herrajes de Fijación de Pararrayos, Fusibles XS y Botellas Terminales

$$P_{accesorios} = 30 \text{ daN (valor estimado)}$$

El peso total que gravita sobre el apoyo será:

$$V_{TOTAL} = P_{cond} + P_{TotalCadenas} + P_{Cruceta} + P_{accesorios} = 13,89 + 8,82 + 58,24 + 30 = 110,95 \text{ daN}$$

Los esfuerzos verticales por fase serán:

$$V_{TOTAL1fase} = P_{cond1fase} + P_{cadena1fase} = 4,63 + 2,94 = 7,57 \text{ daN}$$

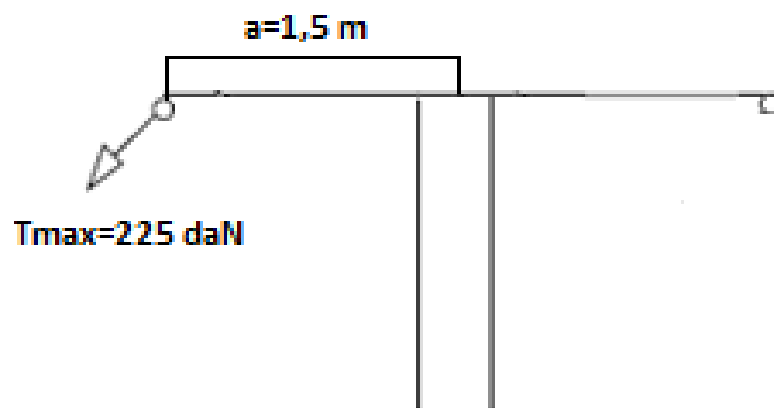
- **2ª Hipótesis: Hielo**

No hay que comprobar dicha hipótesis porque estamos en zona A y en la zona A no hay Hielo.

- **3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones**

Forma parte de la primera hipótesis de Viento.

- **4ª Hipótesis: Rotura de Conductores**



El momento torsor que se crearía en el apoyo en caso de rotura de un conductor de un extremo sería:

$$M_T = T_{max} \times a = 225 \times 1,5 = 337,5 \text{ daN.m}$$

Resumen de los Esfuerzos Transmitidos

$$F_t = 42,52 \text{ daN}$$

$$F_{t_{1fase}} = 14,17 \text{ daN}$$

$$F_l = 675 \text{ daN}$$

$$F_{l_{1fase}} = 225 \text{ daN}$$

$$R = 676,33 \text{ daN}$$

$$R_{1fase} = 225,44 \text{ daN}$$

$$V_{TOTAL} = P_{cond} + P_{Totalcadenas} + P_{Cruceta} + P_{accesorios} = 13,89 + 8,82 + 58,24 + 30 = 110,95 \text{ daN}$$

$$V_{TOTAL_{1fase}} = P_{cond_{1fase}} + P_{cadena_{1fase}} = 4,63 + 2,94 = 7,57 \text{ daN}$$

$$M_T = 337,5 \text{ daN.m}$$

Comprobación de la Validez de la Cruceta RC1-15S

NI 52.31.02

Tabla 6

Crucetas y semicrucetas para apoyos de perfiles metálicos

Crucetas	Semicrucetas	Casos de carga	Cargas de trabajo más sobrecarga daN			Coeficiente de seguridad	Carga límite especificada			Duración S
			V	L	F		V	L	F	
RC1-S	SC1-S	A	450	=	1500	1,5	675	=	2250	60
		B	450	1500	=		675	2250	=	
RC2-S	SC2-S	A	650	=	1500	1,5	975	=	2250	60
		B	650	1500	=		975	2250	--	
RC2-T	SC2-T	A	450	=	2000	1,5	675	=	3000	60
		B	450	2000	=		675	3000	=	
RC3-T	SC3-T	A	800	=	2000	1,5	1200	=	3000	60
		B	800	2000	=		1200	3000	=	

$$R_{1fase} = 225,44 \text{ daN} < 1500 \text{ daN} = F_{Cruceta} = L_{Cruceta} \quad OK$$

$$V_{TOTAL_{1fase}} = 7,57 \text{ daN} < 450 \text{ daN} = V_{Cruceta} \quad OK$$

Luego la Cruceta RC1-15S también sería válida por cálculo mecánico.

Selección del Apoyo

Los tipos de apoyos que utiliza Iberdrola están recogidos en la norma particular de **NI 52.10.01**

Los apoyos utilizados son apoyos metálicos de celosía.

Probamos con apoyo C-1000. El número quiere decir que es el esfuerzo nominal que admite en daN.

Tabla 1
Apoyos normalizados

Apoyos para instalación empotrada				Apoyos para instalación con placa base y pernos			
Designación	Esfuerzo nominal daN	Altura m	Código	Designación	Esfuerzo nominal daN	Altura m	Código
C500-10E	500	10	5211002	C500-10P	500	10	5211202
C500-12E	500	12	5211003	C500-12P	500	12	5211203
C500-14E	500	14	5211004	C500-14P	500	14	5211204
C500-16E	500	16	5211005	C500-16P	500	16	5211205
C500-18E	500	18	5211006	C500-18P	500	18	5211206
C1000-12E	1000	12	5211010	C1000-12P	1000	12	5211210
C1000-14E	1000	14	5211011	C1000-14P	1000	14	5211211
C1000-16E	1000	16	5211012	C1000-16P	1000	16	5211212
C1000-18E	1000	18	5211013	C1000-18P	1000	18	5211213
C1000-20E	1000	20	5211014	C1000-20P	1000	20	5211214
C1000-22E	1000	22	5211015	C1000-22P	1000	22	5211215

Significado de las siglas, que componen la designación:

- C: apoyo de celosía
- 500/.../9000: esfuerzo nominal del apoyo en daN
- 10/.../26: altura del apoyo en m
- E/P: forma de instalar el apoyo, empotrado/con placa base y pernos

Ejemplo de denominación

Tabla 6
Masa y superficie de apoyos

Designación	Masa aproximada kg	Superficie aproximada m ²	Designación	Masa aproximada kg	Superficie aproximada m ²
C500-10E	250	18	C500-10P	290	21
C500-12E	310	22	C500-12P	350	27
C500-14E	380	26	C500-14P	415	33
C500-16E	430	32	C500-16P	470	38
C500-18E	500	37	C500-18P	540	42
C1000-12E	350	24	C1000-12P	387	29
C1000-14E	435	28	C1000-14P	474	35
C1000-16E	515	34	C1000-16P	556	39
C1000-18E	605	38	C1000-18P	648	43
C1000-20E	675	42	C1000-20P	720	49
C1000-22E	775	48	C1000-22P	822	55

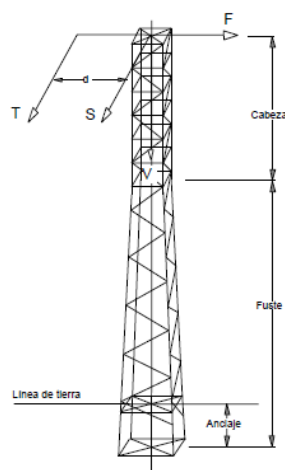


Fig.1: Aplicación de esfuerzos

Tabla 2

Esfuerzos nominales, cargas de trabajo y de ensayo

Esfuerzo nominal daN	Carga de trabajo mas sobrecarga daN			Cota m d	Coeficiente de seguridad	Carga de ensayo daN		
	V ⁴⁾	S o F	T			V ¹⁾	S o F ²⁾	T ³⁾
500	600	500		1,5	1,5	900	750+W	
	600		500		1,2	720		600
1.000	600	1000		1,5	1,5	900	1500+W	
	600		700		1,2	720		840
2.000	600	2000		1,5	1,5	900	3000+W	
	600		1400		1,2	720		1680
3.000	800	3000		1,5	1,5	1200	4500+W	
	800		1400		1,2	960		1680
4.500	800	4500		1,5	1,5	1200	6750+W	
	800		1400		1,2	960		1680
7.000	1200	7000		1,5	1,5	1800	10 500+W	
	1200		2500		1,2	1440		3000
9.000	1200	9000		1,5	1,5	1800	13 500+W	
	1200		2500		1,2	1440		3000

1) La carga vertical V se aplica en el centro del apoyo, en el extremo superior de la cabeza
 2) Las cargas S o F se aplican horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza.
 A la carga de ensayo S o F, se le debe añadir, aplicado en varios tramos del apoyo, la carga W resultante de la presión del viento sobre el apoyo, calculado conforme a la legislación vigente para una velocidad de viento de 120 km/h multiplicado por el coeficiente de seguridad.
 3) La carga T se aplica horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza y a una distancia "d" del eje del apoyo
 4) La carga V se aplica simultáneamente con la carga de trabajo S o F o con la de torsión T.

Comprobación de la Validez del Apoyo C-1000

$$R = 676,33 \text{ daN} < 1000 \text{ daN} = F_{\text{apoyo}} = S_{\text{apoyo}} \quad \text{OK}$$

$$V_{\text{TOTAL}} = 110,95 \text{ daN} < 600 \text{ daN} = V_{\text{apoyo}} \quad \text{OK}$$

$$M_T = 337,5 \text{ daN.m} < S \times a = 700 \times 1,5 = 1050 \text{ daN} = M_{T_{\text{Apoyo}}} \quad \text{OK}$$

Comprobación de la Ecuación Resistente del Apoyo C-1000

$$(V + 5H)_{\text{cond}} < (V + 5H)_{\text{apoyo}}$$

$$(P_{\text{cond}} + 5 \times R) < (600 + 5 \times 1000)$$

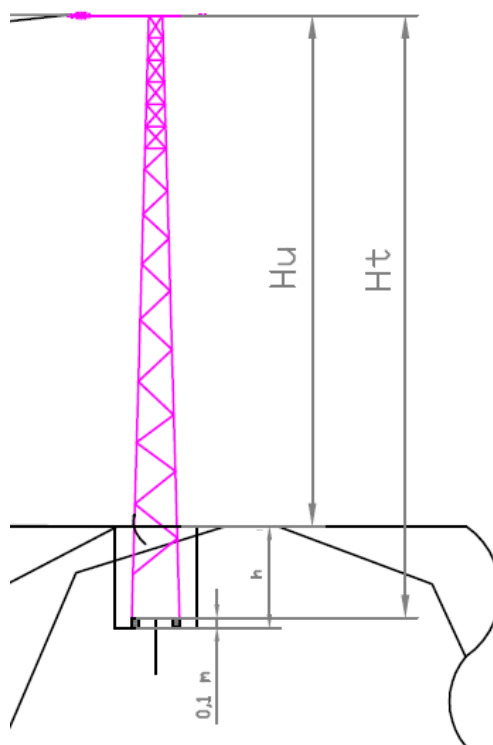
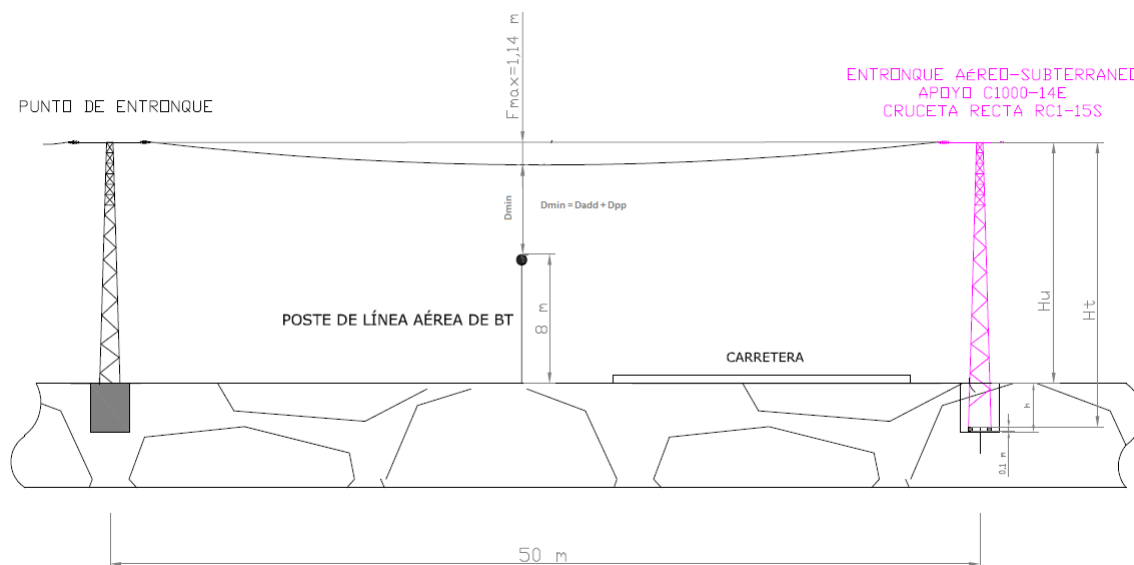
$$(13,89 + 5 \times 676,33) < (600 + 5 \times 1000)$$

$$3395 < 5600 \quad \text{OK}$$

Luego el apoyo C-1000 resulta ser válido mecánicamente y apto para ser utilizado para nuestro entronque A/S.

4) Cálculo de la Altura del Apoyo y Cimentación

Recordando que por debajo de los conductores de MT LA-56 pasa una línea aérea de BT de 400 V con una altura del apoyo de madera de 8 metros. El perfil de la línea de MT es el siguiente:





La distancia mínima de separación (D_{min}) entre los conductores de MT de 20 KV, que es nuestra línea aérea que alimenta el polígono residencial, y los conductores de BT de la línea que pasa por debajo tiene esta expresión:

$$D_{min} = D_{add} + D_{pp}$$

Los datos de “ D_{add} ” los sacamos de la tabla 17 del ITC-LAT-07:

Tabla 17. Distancias de aislamiento adicional D_{add} a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	D_{add} (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancia del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
De 3 a 30	1,8	2,5
45 o 66	2,5	
110, 132, 150	3	
220	3,5	
400	4	

Los datos de “Dpp” los sacamos de la tabla 15 ITC-LAT-07:

Tabla 15. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{se} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

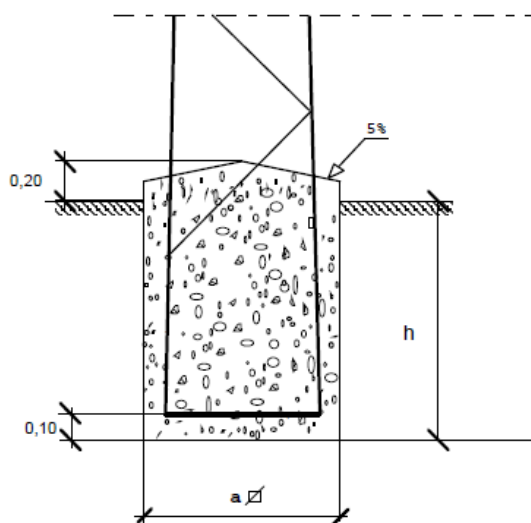
$$D_{min} = D_{add} + D_{pp} = 1,8 + 0,25 = 2,05 \text{ m}$$

Luego tenemos que diseñar la altura del apoyo de tal forma que la distancia de separación entre conductores de MT y BT sea superior a $D_{min}=2,05$ metros.

Luego la altura útil mínima que debería tener el apoyo sería:


$$H_{U_{min}} = 8 + D_{min} + f_{max} = 8 + 2,05 + 1,14 = 11,19 \text{ m}$$

Apoyos de perfiles metálicos, según norma [NI 52.10.01](#)



Probamos con apoyo de altura total de 14 metros ($H_t = 14$ metros)

Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos

APOYO	CIMENTACION			
Designación Iberdrola	a  m	h m	Vol. excav. m ³	Vol. horm. m ³
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76

Luego la altura útil (H_u) que tendríamos para este apoyo sería:

$$H_t = H_u + (h - 0,1) \rightarrow H_u = H_t - (h - 0,1) = 14 - (2,06 - 0,1) = 12,04 \text{ metros}$$

$$H_u = 12,04 \text{ m} > 11,19 \text{ m} = H_{u_{\min}} \quad OK$$

Luego la distancia de separación entre la línea superior de MT de 20 KV y línea inferior de BT de 400 V será:

$$H_u = 8 + D + f_{\max} \rightarrow D = H_u - 8 - f_{\max} = 12,04 - 8 - 1,14 = 2,9 \text{ metros}$$

$$D = 2,9 \text{ m} > 2,05 = D_{\min} \quad OK$$

Luego el Apoyo C1000-14E sería válido para el montaje para nuestro entronque A/S con una altura total de 14 metros ($H_t=14$ metros).

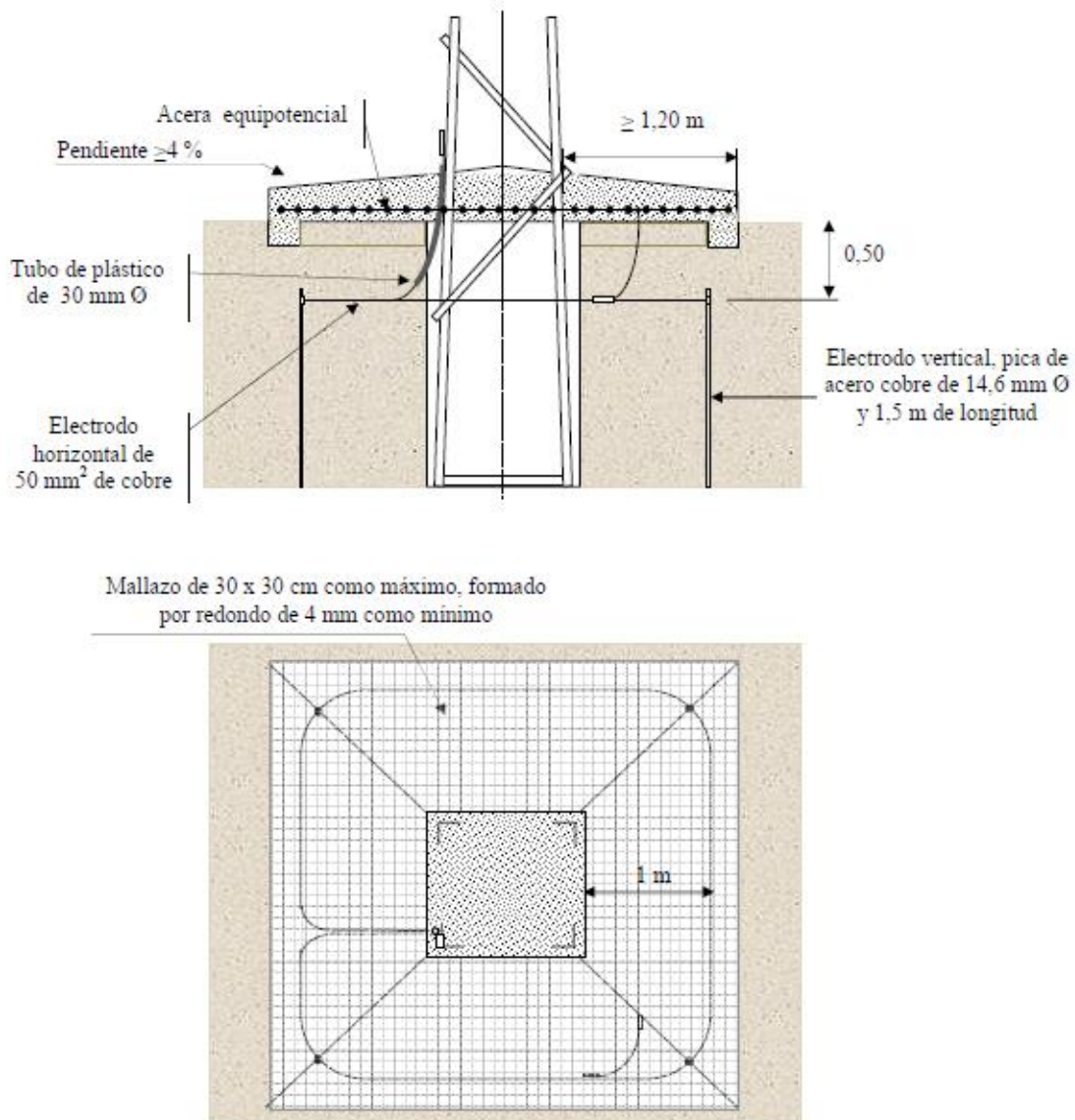
Las características de la cimentación del apoyo ya la vimos en la tabla anterior.

5) Cálculo del sistema de Puesta a Tierra

En las normas particulares de Iberdrola **MT 2.23.35 y MT 2.21.60** se explica el proceso de cálculo del sistema de puesta a tierra para apoyos de líneas aéreas. En nuestro caso será un apoyo en zona frecuentada y de pública concurrencia ya que el apoyo se encuentra dentro del perímetro del polígono residencial. El tipo y las características del electrodo de puesta a tierra de protección que instalaremos para el apoyo de entronque A/S será el que pone Iberdrola para estos tipos de apoyos. Tal y como mencionamos en la memoria se instalará también una losa de hormigón con un mallazo electrosoldado de redondos de acero de 4 mm de diámetro y formando una retícula de 30x30 cm que hará de superficie equipotencial. Las características y la forma de instalación de dicha losa de hormigón, así como la red de puesta a tierra de protección ya lo hemos descrito en el apartado "Memoria".

PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA

Zona frecuentada (N) de pública concurrencia (PC) y apoyos de maniobra (AM)



Dicha esquema de instalación corresponde a una instalación tipo de puesta a tierra para un apoyo frecuentado con calzado. En caso de que Iberdrola estime después de realizar mediciones pertinentes que dicha instalación sería insuficiente para garantizar la seguridad de las personas, se podría introducir las siguientes mejoras:

- Instalar el electrodo horizontal a una profundidad de 1 metro.
- Instalar 8 picas en vez de 4.
- Instalar 2 anillo (2 electrodos horizontales) concéntricos separados una distancia de 1 metro y en cada esquina poner una pica.

Como nuestro apoyo de entronque A/S se encuentra en una zona frecuentada deberá instalarse placas o chapas que impidan la escalada al apoyo. Dicha placa tendrá una altura mínima, desde el nivel del suelo de 2,5 metros.



2.5 Comprobación de la Validez del Cable 47-AL1/8ST1A (LA-56)

Como dijimos antes, la línea aérea que alimentará nuestro polígono residencia tendrá un conductor 47-AL1/8ST1A que según la norma antigua se designa como LA-56. En la norma particular de Iberdrola **MT 2.21.60** aparecen las características de dicho conductor:

Designación	47-AL1/8ST1A (LA 56)
Sección de aluminio, mm ²	46,8
Sección de acero, mm ²	7,79
Sección total, mm ²	54,6
Composición	6 + 1
Diámetro de los alambres, mm	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1629
Módulo de elasticidad, daN/mm ²	7900
Coefficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	0,0000191
Masa aproximada, kg/km	188,8
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km	0,6129
Densidad de corriente, A/mm ²	3,61

La intensidad máxima de funcionamiento permanente será:

$$I_z = \delta \times S = 3,61 \times 54,6 = 197,1 \text{ A}$$

La intensidad que va a circular por la línea aérea y que va a demandar nuestro polígono residencial con 14 trafos de compañía de 400 KVA y 1 trafa de abonado de 630 KVA cargados al 100% será:

$$I_b = \frac{S_T}{\sqrt{3} \times V} = \frac{14 \times 400 + 1 \times 630}{\sqrt{3} \times 20} = 179,84 \text{ A}$$

En la norma particular de Iberdrola **MT 2.03.20** dice que la incidencia sobre la red de baja tensión de los transformadores es el 85% de la potencia de los mismos:

Incidencia de la Potencia respecto a la red de media tensión:

$$P_{LMT} \text{ (kVA)} = 0,85 \times \Sigma PCT \text{ (kVA)}$$

Luego si consideramos ese coeficiente de simultaneidad de 0,85, la intensidad que circularía por cada fase de la línea aérea sería:

$$I_b = \frac{0,85 \times S_T}{\sqrt{3} \times V} = \frac{0,85 \times (14 \times 400 + 1 \times 630)}{\sqrt{3} \times 20} = 152,87 \text{ A}$$

El factor de carga del conductor será:

$$f.d.c = \frac{I_b}{I_z} = \frac{152,87}{197,10} = 0,78 \leq 0,9 \quad OK$$

Si no consideramos el factor de simultaneidad de 0,85 el factor de carga del cable será:

$$f.d.c = \frac{I_b}{I_z} = \frac{179,84}{197,10} = 0,9 \leq 0,9 \quad OK$$

Luego el conductor 47-AL1/8ST1A (LA-56) sería válido para instalar para la línea aérea que alimenta nuestro el polígono residencial objeto de este proyecto.

2.6 Cálculo de los Fusibles de las CGPs y CGPMs

- **CGP (Cajas Generales de Protección) y AMS (Armarios de Medida y Seccionamiento)**

Las cajas generales de protección (CGP) protegerán la línea general de alimentación de las viviendas colectivas. Los armarios de medida y seccionamiento (AMS) protegerán la derivación individual de los jardines (J1, J2, J3, J4, J5 y J6), del equipamiento social (ES) y del equipamiento juvenil (EJ). Los jardines, aunque algunos tengan una potencia demandada inferior a 15 KW, se alimentarán en trifásica ya que se va a hacer un reparto de fases entre las luminarias que componen cada jardín. A las CGPs y AMS le entran las 3 fases y el neutro. Las 3 fases debemos de protegerlas con fusibles NH0 de baja tensión descritos en el apartado "Memoria". El neutro será seccionable. Las 3 fases y el neutro al pasar por la CGP o AMS irán al embarrado o cuadro general de distribución del cliente. La expresión para determinar el calibre o la intensidad nominal de los fusibles a instalar en los CGPs y AMSs será la siguiente:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

Siendo:

I = intensidad que demanda una CGP o AMS

P = potencia contratada de todos los abonados de BT a los que alimenta la CGP o AMS

V = tensión compuesta (400 V)

$\cos\varphi$ = factor de potencia de las cargas. Se considera como 0,9

Una vez calculada la intensidad (I) que demanda una CGP o AMS elegiremos un fusible con calibre normalizado inmediatamente superior.

- **CGPMs (Cajas Generales de Protección y Medida)**

Las CGPMs alimentarán a los abonados de electrificación elevada que son las viviendas unifamiliares. Tendremos una CGPM para 2 abonados de electrificación elevada de potencia contratada 9,2 KW. Como los abonados de las viviendas unifamiliares se alimentarán en monofásica, la expresión para calcular la intensidad que le entra a cada abonado protegido por fusible sería:

$$I = \frac{P}{V \times \cos\varphi} = \frac{9200}{230 \times 0,9} = 44,44 \text{ A}$$

Luego el fusible que nos valdría sería de calibre 50 A o 63 A y tipo NH0.

3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1 EBSS para Líneas de Media y Baja Tensión

3.1.1. Objeto

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

Este estudio servirá de base para que el técnico designado por la empresa adjudicataria de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, así como la propuesta de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos y ajustándose en todo caso a lo indicado al respecto en el artículo 7 del Real Decreto 1627/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

3.1.2. Campo de Aplicación

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción de “Líneas Subterráneas”, y “Líneas Aéreas” que se realizan dentro del Negocio de Distribución de Iberdrola (NEDIS). 219

3.1.3 Normativa Aplicable

3.1.3.1 Normas Oficiales

- La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC LAT 01 a 09.
- Decreto 2413/1973 del 20 de setiembre. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 .en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización pro los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

NORMAS IBERDROLA

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- MO-NEDIS 7.02 “Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas”.
- Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

3.1.4. Metodología y Desarrollo del Estudio

3.1.4.1. Aspectos Generales

El Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los

posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

3.1.4.2. Identificación de Riesgos

En función de las tareas a realizar y de las distintas fases de trabajos de que se compone la obra, aparecen una serie de riesgos asociados ante los cuales se deberá adoptar unas medidas preventivas. A continuación se enumeran las distintas fases, o tareas significativas de la obra, que en el punto 5, Identificación y prevención de riesgos, serán descritas detalladamente.

3.1.4.3. Medidas de Prevención Necesarias para Evitar Riesgos

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados.
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.

3.1.4.4. Protecciones

Ropa de trabajo:

- Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

Equipos de protección:

- Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.
- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN
- Calzado de seguridad
- Casco de seguridad
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
- Guantes de protección mecánica
- Pantalla contra proyecciones
- Gafas de seguridad
- Cinturón de seguridad

- Discriminador de baja tensión
- Protecciones colectivas
- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.

Equipo de primeros auxilios:

- Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista.

Equipo de protección contra incendios:

- Extintores de polvo seco clase A, B, C.

3.1.4.5. Características Generales de la Obra

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

A- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en el Documento nº 1 Memoria del presente proyecto.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

B- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

No se hace necesario por la característica de la obra.

C- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

No se hace necesario por la característica de la obra.

D- SERVICIOS HIGIÉNICOS.

No se prevé.

E-PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

3.1.5. Identificación de Riesgos

3.1.5.1. Riesgos Más Frecuentes en las Obras de Construcción

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.

- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

3.1.5.2. Medidas Preventivas de Carácter General

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilaría metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc.).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc.) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones

solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

3.1.5.3. Medidas Preventivas Generales para Cada Oficio

3.1.5.3.1 Movimiento de Tierras. Excavación de Pozos y Zanjas

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
- La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.
- la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
- El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.
- Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará el perímetro en prevención de derrumbamientos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

3.1.5.3.2 Relleno de Tierras

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

3.1.5.3.3 Encofrados

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

3.1.5.3.4 Trabajos con Ferralla, Manipulación y Puesta en Obra

- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetes, etc.) de trabajo.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.
- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

3.1.5.3.5 Trabajos de Manipulación del Hormigón

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado".
- En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
- Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

3.1.5.3.6 Instalación Eléctrica Provisional de Obra

- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas anti humedad.
- Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
 - Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
 - El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
 - La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
 - El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde.
- Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:
- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
 - La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
 - Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
 - No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
 - No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
 - No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

PROTECTORES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.

- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

3.1.5.4 Medidas Preventivas para Línea Subterránea de Media y Baja Tensión

A continuación se recogen las medidas específicas para cada una de las fases nombradas anteriormente, que comprenden la realización de la Línea Subterránea Media Tensión.

3.1.5.4.1 Transporte y Acopio de Materiales

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales al lugar de realización de la obra. Los vehículos deben cumplir exactamente lo estipulado en el Código de Circulación.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes de circulación	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes.	Delimitación de los puntos peligrosos (Zanjas, calas, pozos, etc.)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener un orden
Condiciones ambientales y de señalización	Precaución en transporte de materiales

Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes de protección
- Casco de seguridad
- Botas de seguridad

Otros aspectos a considerar:

En cuanto al Acopio de material, hay que tener en cuenta, que antes de realizarlo se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger el mejor camino para llegar a los puntos de ubicación de los Apoyos, o bien limpiar o adecuar un camino.

Los caminos, pistas o veredas acondicionadas para el acopio del material deberán ser lo suficientemente anchos para evitar roces y choques, con ramas, árboles, piedras, etc.

El almacenamiento de los materiales, se deberá realizar de tal manera que estos no puedan producir derrumbamientos o deslizamientos. Se procurará seguir la siguiente clasificación:

- Áridos, cemento y gravas en filas y montones de no más de un metro.
- Cajas de aisladores se depositarán unas sobre otras sin que se rebase el metro de altura, se colocarán cuñas laterales para evitar deslizamientos o derrumbes.
- Herrajes para en armado de los apoyos y tortillería necesaria se depositará clasificando los hierros de mayor a menor dimensión, procurando no apilar cantidades excesivas.

3.1.5.4.2 Movimiento de Tierras, Apertura de Zanjas y Reposición de Pavimento

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"> - Caída a las zanjas. - Desprendimiento de los bordes de los taludes de las rampas. - Atropellos causados por la maquinaria. - Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas. - Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las máquinas en movimiento. - Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y máquinas en movimiento. - Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada. - Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios. - Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria. - Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra. - Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma. - Establecer zonas de paso y acceso a la obra. - Dotar de la adecuada protección al personal y velar por su utilización. - Establecer las entibaciones en las zonas que sean necesarias.

3.1.5.4.3 Cercanía de las Líneas de Alta y Media Tensión

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"> - Caída de personas al mismo nivel - Caída de personas a distinto nivel - Caída de objetos - Desprendimientos, desplomes y derrumbes - Choques y golpes - Proyecciones - Contactos eléctricos - Arco eléctrico - Explosiones - Incendios 	<ul style="list-style-type: none"> - En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad: - Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento. - Zona de evolución de la maquinaria delimitada y Señalizada. - Estimación de las distancias por exceso. - Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse - distancias. - Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas - Cumplimiento de las disposiciones legales existentes. - (Distancias, cruzamientos, paralelismos.). - Según capítulo séptimo del R.A.T. - Puestas a tierra en buen estado: - Apoyos con interruptores, seccionadores: conexión a tierra de las carcassas y partes metálicas de los mismos. - Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra. - Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años. - Terreno no favorable: descubrir cada nueve años - Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos. - Protección contra sobretensiones: pararrayos y autoválvulas. - Solicitar permisos de Trabajos con riesgos especiales

Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra.
- Protección contra sobreintensidades, (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos.)
- Protección contra sobretensiones, (pararrayos).
- Señalizaciones y delimitación.
- Protecciones individuales a utilizar:
- Guantes aislantes.
- Casco y botas de seguridad.
- Gafas de protección.

3.1.5.4.4 Tendido, Empalme y Terminales de Conductores Subterráneos

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"> - Caídas de altura de personas. - Cortes en las manos. - Caídas de objetos a distinto nivel (herramientas, tornillos, etc..) - Electrocutaciones por contacto indirecto. - Sobreesfuerzos. - Contacto con elementos candentes. - Vuelco de maquinaria. - Atrapamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de casco, guantes y calzado adecuado. - Emplear bolsas porta-herramientas. - Dotar de adecuada protección personal y velar por su utilización. - Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción. - Control de maniobras y vigilancia continuada. - Utilizar fajas de protección lumbar.

3.1.5.4.5. Riesgos Laborales No Eliminables Completamente

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos.

La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse en:

Toda la obra

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m

- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
 - Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
 - Extintor de polvo seco, de eficacia 21ª - 113B
 - Evacuación de escombros
 - Escaleras auxiliares
 - Información específica
 - Grúa parada y en posición veleta
- c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruidos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

Movimientos de tierras

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocuciiones

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

3.1.6. Conclusión

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra, en materia de Prevención y Primeros Auxilios.

Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

ANEXO 1

PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes. - Heridas. - Caídas. - Atrapamientos. - Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. - Elementos candentes y quemaduras. - Presencia de animales, colonias, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 1.4.4. (Protecciones) - Cumplimiento MO 12.05.02 al 05. - Mantenimientos equipos y utilización de EPI's. - Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada. - Ver punto 1.4.4 - Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.

ANEXO 2

LÍNEAS SUETERRÁNEAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga (acopio, carga y descarga de material recuperado y chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.(desmontaje cable en apoyo de línea aérea).
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, utilización de EPI's, entubamiento, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando.
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia de animales (mordeduras, picaduras, sustos...).
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, ataque de animales.

- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobreesfuerzos.
- Ver Anexo I y presencia de colonias, nidos.

3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión del entorno.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Acondicionamiento de la zona de ubicación; anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y utilizar fajas de protección lumbar.
- Ver Anexo I y revisión del entorno.

ANEXO 3

INSTALACIÓN / RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT, SIN TENSIÓN.

1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga.
- Desconexión / conexión de la instalación eléctrica y pruebas.
- montaje / desmontaje.

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, cortes, caídas de objetos, caídas a nivel y atrapamientos.
- Contacto eléctrico directo e indirecto en BT.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y cortes, proyección de partículas, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contacto eléctrico directo e indirecto en BT, arco eléctrico en BT y elementos candentes y quemaduras.

3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4. Mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, y control de maniobras.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de EPI's, coordinar con el cliente los trabajos a realizar, aplicar las 5 reglas de oro*, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Ver punto 1.4.4, orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y atención continuada, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del jefe de trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puentes en tensión más cercanos.

5 REGLAS DE ORO
las fuentes en tensión
Bloquear los aparatos de corte
Verificar la ausencia de tensión
Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
Delimitar y señalizar la zona de trabajo

ANEXO 4

INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRÁNEAS.

1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga (acopio carga y descarga de material recuperado/chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos y atrapamientos.
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares y cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos y contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, quemaduras y presencia de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobre esfuerzos.
- Ver Anexo 1.

3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control y maniobras, vigilancia continuada y ver punto 1.4.4.
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, Utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad con protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilización de fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 1.4.4.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4), utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).

- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de - protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar.
- Ver Anexo I.

ANEXO 5

TRABAJOS EN TENSIÓN

A. DISPOSICIONES GENERALES

1 - Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- a. Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- b. Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
- c. Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc. En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo

en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente Anexo.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de seguridad aislante con barboquejo
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios

- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo bajo en contacto

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión).
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.)
- Los requisitos de mantenimiento y conservación
- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Asimismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, los equipos de protección individual deben guardarse en lugares secos y transportarse en estuches o fundas adecuadas.

En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

Útiles aislantes y aislados:

- UNE – EN 60900:1994 y anexo A1 : 1996 y anexo A11: 1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.
- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.
- UNE-EN 60855: 1998 + Errata:1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión

- UNE-EN 61235: 1996 + Errata:1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.

- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.

- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.

- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.

-UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superiora 1 KV en corriente alterna.

Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deben cumplir dos clases de normas legales:

A. Normas relativas a su utilización

B. Normas relativas a su comercialización

A.- Con respecto a su utilización, los equipos de protección individual están sujetos al cumplimiento del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En este Real Decreto se establecen las disposiciones mínimas relativas al empleo de equipos de protección individual, las condiciones generales que deben reunir y los criterios para su elección, utilización y mantenimiento. También se especifican las obligaciones del empresario en materia de información y formación de los trabajadores.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha editado la «Guía técnica sobre utilización de equipos de protección individual», destinada a desarrollar los aspectos técnicos de dicho Real Decreto.

B.- Con respecto a su comercialización, los equipos de protección individual deben cumplir el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre y sus modificaciones (Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, y Orden de 20 de febrero de 1997).

En dicha normativa, se establecen las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir estos equipos para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios.

El apartado 3.8 del Anexo 11 del citado Real Decreto 1407/1992 establece las exigencias esenciales para los EPI contra riesgos eléctricos, referidas a los siguientes aspectos:

Deben poseer un aislamiento adecuado a las tensiones a las que los usuarios tengan que exponerse en las condiciones más desfavorables.

Los materiales y demás componentes se elegirán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora con tensiones similares a las que se puedan dar «in situ», sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en correlación con un umbral de tolerancia.

Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán una marca (al igual que en su cobertura protectora) que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, además de otros requisitos especificados en esta disposición, así como espacios previstos para las puestas en servicio o las pruebas y controles periódicos.

De acuerdo con la clasificación que se establece para los equipos de protección individual, los destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas deben llevar, además del preceptivo marcado CE, el número del organismo notificado que realiza el control del producto final.

También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.
- Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.
- Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.
- Explicación de las marcas si las hubiere.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE Protección INDIVIDUAL

- UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.
- UNE-EN 60903/A 11:1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos
- UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

B. DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN

1. El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicará con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

2. Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerla correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

- Las medidas de seguridad que deben adaptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

3. La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado a la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará la instalación durante los trabajos.

El jefe de Trabajo, antes de iniciar el trabajo, deberá comunicarse con el responsable de la instalación para verificar que éste ha tomado las medidas necesarias para dejar la instalación en la situación prevista para permitir la realización de los trabajos. Así mismo, se deberá habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobras necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el Jefe de Trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin de exponerles el citado «procedimiento de ejecución» previamente elaborado, debatiendo con ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Así mismo, durante la ejecución del trabajo el Jefe de Trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para asegurarse de que se realiza de acuerdo con el citado «procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo está señalizada y delimitada adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otro trabajador o persona ajena penetre en dicha zona y acceda a elementos en tensión.

También deberá asegurarse de que ningún trabajador se 'coloque en posición de poder rebasar las distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la zona de trabajo no le permitiera realizar dicha vigilancia de forma correcta, debe pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar en tensión en alta tensión.

Por otro lado, en los trabajos en tensión es primordial que todos y cada uno de los trabajadores se encuentren en condiciones físicas y mentales adecuadas para prevenir cualquier acto fuera de control que pueda poner en peligro su seguridad o la de sus compañeros.

El empresario debe autorizar por escrito a sus trabajadores cualificados para el tipo de trabajo a desarrollar. Estas autorizaciones deberían constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Así mismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entrenamiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y prácticas. Las certificaciones deberían estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.

3.2. EBSS para Centros de Transformación Prefabricados y Compactos

3.2.1. Objeto

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

3.2.1.2. Características de la Obra.

Descripción de la obra y situación:

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto.

3.2.1.2.1. Suministro de Energía Eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

3.2.1.2.2. Suministro de Agua Potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

3.2.1.2.3. Vertido de Aguas Sucias de los Servicios Higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

3.2.1.2.4. Interferencias y Servicios Afectados

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo.

La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3.2.1.3. Memoria

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

3.2.1.3.1. Obra Civil

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

3.2.1.3.1.1 Movimiento de Tierras y Cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra. Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

3.2.1.3.1.2. Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.1.3.1.3. Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.1.3.1.4. Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.

Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.1.3.2. Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

3.2.1.3.2.1. Colocación de Soportes y Embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.1.3.2.2 Montaje de Celdas Prefabricadas y Aparamenta, Transformadores de Potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalero o por el enganchador.

3.2.1.3.2.3. Operaciones de Puesta en Tensión

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.1.4. Aspectos Generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

3.2.1.4.1. Botiquín de Obra

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las

curas de urgencia en caso de accidente.

3.2.5. Normativa Aplicable

3.2.5.1. Normas Oficiales

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

3.2.6 Anexos

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

ANEXO 1

PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes. - Heridas. - Caídas. - Atrapamientos. - Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. - Elementos candentes y quemaduras. - Presencia de animales, colonias, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 1.4.4. (Protecciones) - Cumplimiento MO 12.05.02 al 05. - Mantenimientos equipos y utilización de EPI's. - Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada. - Ver punto 1.4.4 - Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.

ANEXO 2

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Centros de transformación aéreos (sobre apoyo y compactos).

1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.

- Excavación, hormigonado e instalación de los apoyos. (Desguace de los apoyos).
- Izado y montaje del transformador. (Izado y desmontaje del transformador).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia o ataques de animales. Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos ~ a terceros, sobreesfuerzos, e inicio de incendios por chispas.
- Caídas desde altura, desprendimientos de cargas, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y contacto con PCB.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros y presencia, o ataque de animales.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia o ataque de animales.
- Ver Anexo I.

3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Ver punto 1.4.4., mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4., orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección huecos, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada y racionalización de las labores.
- Ver punto 1.4.4., utilización de equipos de los protección individual y colectiva, según Normativa vigente, revisión de los elementos de elevación y transporte, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, D vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oíl, vehículos autorizados para el llenado, el grupo electrógeno estará en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, ver 1.4.4. , estar en posesión de los permisos, de circulación reglamentarios, ver Anexo I y revisión del entorno.
- Ver Anexo 1.

ANEXO 2. BIS **CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

Centros de Transformación Lonja / subterráneos y otros usos

1. ACTIVIDADES

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Montaje. (Desguace de apartamenta en general).
- Transporte, conexión y desconexión de motogeneradores auxiliares.
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, desprendimiento de cargas, presencia o ataque de animales, y presencia de gases.

- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Caídas desde altura, golpes y herida, atrapamientos, caídas de objetos, ataques de animales, e impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico y riesgo de accidente de tráfico.

- Ver Anexo I.

3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4., Mantenimiento equipos, adecuación de las cargas, control e maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión del entorno y revisión de elementos de elevación y transporte, y revisión del entorno.

- Ver punto 1.4.4., Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.

- Ver punto 1.4.4., Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, y revisión del entorno.

- Ver punto 1.4.4., Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, para el llenado del Grupo Electrógeno estarán en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios y ver Anexo I.

- Ver Anexo 1.

ANEXO 3

SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS DE DISTRIBUCIÓN.

1. ACTIVIDADES

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Montaje (Desguace de apartamentada en general).
- Transporte conexión y desconexión de equipos de control y medida.
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, desprendimiento de cargas, contacto eléctrico, exposición al arco eléctrico y presencia o ataque de animales.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, presencia de colonias o animales.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia de animales o colonias.

- Ver Anexo I.

3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4, mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión de elementos de elevación y transporte, cumplimiento MO 12.05.02 y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4, seguir MO 12.05.03 al 05, seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posición de los permisos de circulación reglamentarios, ver Anexo I y revisión del entorno.
- Ver Anexo I.

ANEXO 4

TRABAJOS EN TENSIÓN

A. DISPOSICIONES GENERALES

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

a. Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.

b. Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.

c. Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc.

En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente Anexo.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de Seguridad Aislante con barboquejo.
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios

- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo bajo en contacto

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión)
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.)
- Los requisitos de mantenimiento y conservación
- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Asimismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, los equipos de protección individual deben guardarse en lugares secos y transportarse en estuches o fundas adecuadas.

En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

Útiles aislantes y asilados:

- UNE – EN 60900:1994 y anexo A1 : 1996 y anexo A11: 1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.
- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.
- UNE-EN 60855: 1998 + Errata:1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión.
- UNE-EN 61235: 1996 + Errata:1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.
- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.
- UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superior a 1 KV en corriente alterna.

Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

A. Normas relativas a su utilización

B. Normas relativas a su comercialización

A. Normas relativas a su utilización

Con respecto a su utilización, los equipos de protección individual están sujetos al cumplimiento del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En este Real Decreto se establecen las disposiciones mínimas relativas al empleo de equipos de protección individual, las condiciones generales que deben reunir y los criterios para su elección, utilización y mantenimiento. También se especifican las obligaciones del empresario en materia de información y formación de los trabajadores.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha editado la «Guía técnica sobre utilización de equipos de protección individual», destinada a desarrollar los aspectos técnicos de dicho Real Decreto.

B. Normas relativas a su comercialización

Con respecto a su comercialización, los equipos de protección individual deben cumplir el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre y sus modificaciones (Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, y Orden de 20 de febrero de 1997).

En dicha normativa, se establecen las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir estos equipos para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios.

El apartado 3.8 del Anexo 11 del citado Real Decreto 1407/1992 establece las exigencias esenciales para los EPI contra riesgos eléctricos, referidas a los siguientes aspectos:

Deben poseer un aislamiento adecuado a las tensiones a las que los usuarios tengan que exponerse en las condiciones más desfavorables.

Los materiales y demás componentes se elegirán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora con tensiones similares a las que se puedan dar «in situ», sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en correlación con un umbral de tolerancia.

Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán una marca? (al igual que en su cobertura protectora) que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, además de otros requisitos especificados en esta disposición, así como espacios previstos para las puestas en servicio o las pruebas y controles periódicos.

De acuerdo con la clasificación que se establece para los equipos de protección individual, los destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas deben llevar, además del preceptivo marcado CE, el número del organismo notificado que realiza el control del producto final.

También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.
- Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.
- Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.
- Explicación de las marcas si las hubiere.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE Protección INDIVIDUAL

- UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.

- UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.
- UNE-EN 60903/A 11 :1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos
- UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

B. DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN

1. El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicará con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

2. Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerla correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

- Las medidas de seguridad que deben adaptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

3. La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado a la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará la instalación durante los trabajos.

El jefe de Trabajo, antes de iniciar el trabajo, deberá comunicarse con el responsable de la instalación para verificar que éste ha tomado las medidas necesarias para dejar la instalación en la situación prevista para permitir la realización de los trabajos. Así mismo, se deberá

habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobras necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el Jefe de Trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin de exponerles el citado «procedimiento de ejecución» previamente elaborado, debatiendo con ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Así mismo, durante la ejecución del trabajo el Jefe de Trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para asegurarse de que se realiza de acuerdo con el citado «procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo está señalizada y lo delimitada adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otro trabajador o persona ajena penetre en dicha zona y acceda a elementos en tensión.

También deberá asegurarse de que ningún trabajador se 'coloque en posición de poder rebasar las distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la zona de trabajo no le permitiera realizar dicha vigilancia de forma correcta, debe pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar en tensión en alta tensión.

Por otro lado, en los trabajos en tensión es primordial que todos y cada uno de los trabajadores se encuentren en condiciones físicas y mentales adecuadas para prevenir cualquier acto fuera de control que pueda poner en peligro su seguridad o la de sus compañeros.

El empresario debe autorizar por escrito a sus trabajadores cualificados para el tipo de trabajo a desarrollar. Estas autorizaciones deberían constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Así mismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entrenamiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y prácticas. Las certificaciones deberían estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.

4. PLÁN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

4. PLÁN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

4.1. Identificación de los Residuos (Según OMAM/304/2002)

Se va a proceder a la apertura de zanjas y tendido de líneas de Media y Baja Tensión para la posterior electrificación de un polígono residencial compuesto de edificios, viviendas unifamiliares con equipamiento educativo y social.

De acuerdo con la Orden 2690/2006 de ORDEN 2690/2006, de 28 de julio, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid, se presenta el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 3.

4.1.1 Generalidades

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, los cuales sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

Así, por ejemplo, al iniciarse una obra es habitual que haya que derribar una construcción existente y/o que se deban efectuar ciertos movimientos de tierras. Durante la realización de la obra también se origina una importante cantidad de residuos en forma de sobrantes y restos diversos de embalajes.

Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra y el derribo con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos. En efecto, en cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan los residuos, hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

La previsión incluso debe alcanzar a la gestión de los residuos del comedor del personal y de otras actividades, que si bien no son propiamente la ejecución material se originarán durante el transcurso de la obra: reciclar los residuos de papel de la oficina de la obra, los tonos y tinta de las impresoras y fotocopadoras, los residuos biológicos, etc.

En definitiva, ya no es admisible la actitud de buscar excusas para no reutilizar o reciclar los residuos, sin tomarse la molestia de considerar otras opciones.

4.1.2 Definiciones

Para un mejor entendimiento de este documento se realizan las siguientes definiciones dentro del ámbito de la gestión de residuos en obras de construcción y demolición:

- **Residuo:** Según la ley 10/98 se define residuo a cualquier sustancia u objeto del que su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse.
- **Residuo peligroso:** Son materias que en cualquier estado físico o químico contienen elementos o sustancias que pueden representar un peligro para el medio ambiente, la salud humana o los recursos naturales. En última instancia, se considerarán residuos peligrosos los

indicados en la "Orden MAM/ 304/ 2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos" y en el resto de normativa nacional y comunitaria. También tendrán consideración de residuo peligroso los envases y recipientes que hayan contenido residuos o productos peligrosos.

- **Residuos no peligrosos:** Todos aquellos residuos no catalogados como tales según la definición anterior.

- **Residuo inerte:** Aquel residuo No Peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la eco toxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

- **Residuo de construcción y demolición:** Cualquier sustancia u objeto que cumpliendo con la definición de residuo se genera en una obra de construcción y de demolición.

- **Código LER:** Código de 6 dígitos para identificar un residuo según la Orden MAM/304/2002.

- **Productor de residuos:** La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

- **Poseedor de residuos de construcción y demolición:** La persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

- **Volumen aparente:** Volumen total de la masa de residuos en obra, espacio que ocupan acumulados sin compactar con los espacios vacíos que quedan incluidos entre medio. En última instancia, es el volumen que realmente ocupan en obra.

- **Volumen real:** Volumen de la masa de los residuos sin contar espacios vacíos, es decir, entendiendo una teórica masa compactada de los mismos.

- **Gestor de residuos:** La persona o entidad pública o privada que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. Han de estar autorizados o registrados por el organismo autonómico correspondiente.

- **Destino final:** Cualquiera de las operaciones de valorización y eliminación de residuos enumeradas en la "Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos".

- **Reutilización:** El empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

- **Reciclado:** La transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.

- **Valorización:** Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

- **Eliminación:** Todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

4.1.3 Clasificación y Descripción de los Residuos

4.1.3.1 RCDs de Nivel I

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

4.1.3.2 RCDs de Nivel II

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliar sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se consideraran incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

La inclusión de un material en la lista no significa, sin embargo, que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo de la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE, es decir, cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor.

Requisitos legales:

- Ley 42/75 de 19 de noviembre de Desechos y Residuos sólidos urbanos.
- Ley 10/98 de 21 de abril de Residuos.
- RD 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2000-2006, 12 de julio de 2001.
- Directiva 99/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.
- Listado de los códigos LER de los residuos de construcción y demolición.

Se garantizará en todo momento:

- Comprar la cantidad justa de materias para la construcción, evitando adquisiciones masivas, que provocan la caducidad de los productos, convirtiéndolos en residuos.
- Evitar la quema de residuos de construcción y demolición.
- Evitar vertidos incontrolados de residuos de construcción y demolición.
- Habilitar una zona para acopiar los residuos inertes, que no estará en:
 - Cauces.
 - Vaguadas.

- Lugares a menos de 100 m. de las riberas de los ríos.
- Zonas cercanas a bosques o áreas de arbolado.
- Espacios públicos.
- Los residuos de construcción y demolición inertes se trasladarán al vertedero, ya que es la solución ecológicamente más económica.
- Antes de evacuar los escombros se verificará que no estén mezclados con otros residuos.
- Reutilizar los residuos de construcción y demolición:
- Las tierras y los materiales pétreos exentos de contaminación en obras de construcción, restauración, acondicionamiento o relleno.
- Los procedentes de las obras de infraestructura incluidos en el Nivel I, en la restauración de áreas degradadas por la actividad extractiva de canteras o graveras, utilizando los planes de restauración.

4.2 Medidas de Prevención de Residuos

4.2.1 Prevención en Tareas de Derribo

- Como norma general, el derribo se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.
- Dado que se prevé la utilización de técnicas de derribo masivo, se garantizará previo al inicio de estos trabajos, que han sido retirados todos los residuos peligrosos y, en su caso, aquellos elementos destinados a reutilización.

4.2.2 Prevención en la Adquisición de Materiales

- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los pallets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.

4.2.3 Prevención en la Puesta en Obra

- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

4.2.4 Prevención en el Almacenamiento en Obra

- Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.
- Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se deprecien en obra.
- Los residuos catalogados como peligrosos deberán almacenarse en un sitio especial que evite que se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos derivados del yeso que los contaminen mermando sus prestaciones.

4.3 Clasificación de Residuos de la Construcción y Demolición

Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y lista europea de residuos.

4.3.1 Hormigón, Ladrillos, Tejas y Materiales Cerámicos

01 01	Hormigón.
01 02	Ladrillos.
01 03	Tejas y materiales cerámicos.
01 06	Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.
01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas a las especificada en el código

4.3.2 Madera Vidrio y Plástico

02 01	Madera.
02 02	Vidrio.
02 03	Plástico.
02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o estén contaminados por ellas.

4.3.3 Mezclas Bituminosas, Alquitrán de Hulla y otros Productos Alquitranados

03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados.

4.3.4 Metales (incluidas sus aleaciones)

04 01	Cobre, bronce, latón.
04 02	Aluminio.
04 03	Plomo.
04 04	Zinc.
04 05	Hierro y acero.
04 06	Estaño.
04 07	Metales mezclados.
04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas,
04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.

4.3.5 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), Piedras y Lodos de Drenaje

05 01	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.
05 02	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
05 03	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.
05 04	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05.
05 05	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas.
05 06	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07.

4.3.6 Materiales de Aislamiento y Materiales de Construcción que Contienen Amianto

06 01	Materiales de aislamiento que contienen amianto.
06 02	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
06 03	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
06 04	Materiales de construcción que contienen amianto

4.3.7. Materiales de Construcción a partir de Yeso

07 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
07 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.

4.3.8. Otros Residuos de Construcción y Demolición

08 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
08 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB).
08 03	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
08 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170901, 17 09 02 y 17 09 03.

4.4 Identificación de Residuos de la Construcción

De todos los residuos contemplados en la Orden, los que previsiblemente se generarán durante el transcurso de esta obra serán los siguientes:

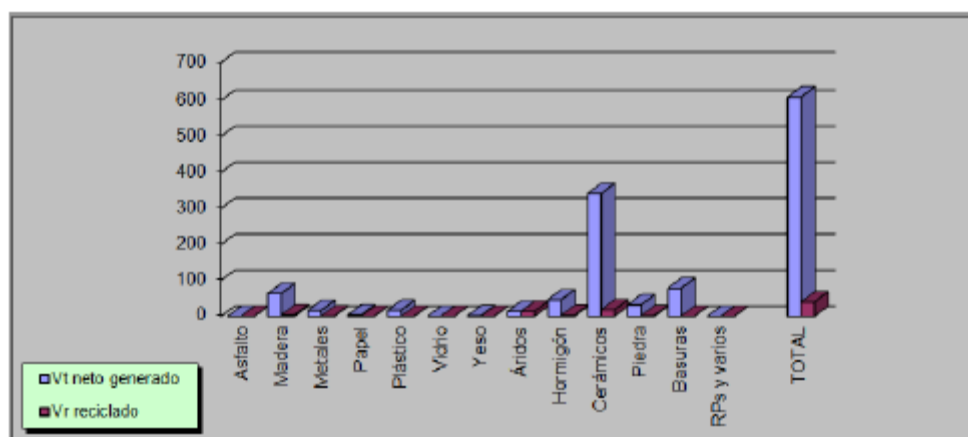
TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
X	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
RESTO RDCs		
RCD: Naturaleza no pétreo		
1. Asfalto		
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
2. Madera		
X	17 02 01	Madera
3. Metales		
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
X	17 04 06	Metales mezclados
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel		
X	20 01 01	Papel
5. Plástico		
X	17 02 03	Plástico
6. Vidrio		
	17 02 02	Vidrio
7. Yeso		
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétreo		
1. Arena Grava y otros áridos		
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
2. Hormigón		
X	17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos		
X	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas
4. Piedra		
X	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
RCDs: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
X	20 02 01	Residuos biodegradables
X	17 03 01	Mezcla de residuos municipales

4.5 Estimación de la Cantidad de RCD's

1.- Datos Generales del Proyecto	
Tipología de obra	Otros
Superficie total construida	2884,72 m ²
Volumen estimado de tierras de excavación	2352,32 m ³
Factor de estimación total de RCDs	0,20 m ³ /m ²
Densidad media de los materiales	1,25 T/m ³
Factor medio de esponjamiento de RCDs	1,25
Factor medio de esponjamiento de tierras	1,15
Presupuesto estimado de la obra	900.000,00 €

El volumen de tierras procedentes de excavación de zanjas, se calcula en 2352.32 m³, siendo en su mayor parte tierra limpia, y roca disgregada. Íntegramente se utilizará para relleno en la propia parcela.



Volumen Neto de residuos Generados y Reciclados

2.- Evaluación global de RCDs					
	S	V	d	R	T
	Superficie Construida	Volumen aparente RCDs	Densidad media de los RCDs	Previsión de reciclaje en %	Toneladas estimadas RCDs
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	-	2.352 m³	1,25 T/m³	30,00%	2.367 T
RDCs distintos de los anteriores evaluados mediante estimaciones porcentuales	2.885 m²	577 m³	1,25 T/m³	-	901 T

3.- Evaluación teórica del peso por tipología de RCDs					
	%	Tn	d	R	Vt
	% del peso total	Toneladas brutas de cada tipo de RDC	Densidad media (T/m³)	Previsión de reciclaje en %	Volumen neto de Residuos (m³)
RCD: Naturaleza no pétreo					
1. Asfalto	0,00%	0,00	1,30	0,00%	0,00
2. Madera	4,42%	39,84	0,60	5,00%	63,09
3. Metales	2,76%	24,90	1,50	5,00%	15,77
4. Papel	0,33%	2,99	0,90	0,00%	3,32
5. Plástico	1,66%	14,94	0,90	0,00%	16,60
6. Vidrio	0,00%	0,00	1,50	0,00%	0,00
7. Yeso	0,22%	1,99	1,20	0,00%	1,66
Subtotal estimación	9,39%	84,67	1,13	3,97%	100,44
RCD: Naturaleza pétreo					
1. Arena Grava y otros áridos	4,42%	39,84	1,50	50,00%	13,28
2. Hormigón	13,26%	119,53	2,50	5,00%	45,42
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	59,67%	537,90	1,50	5,00%	340,67
4. Piedra	5,52%	49,81	1,50	5,00%	31,54
Subtotal estimación	82,87%	747,08	1,75	7,56%	430,92
RCD: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros					
1. Basuras	7,73%	69,73	0,90	0,00%	77,47
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00%	0,00	0,50	0,00%	0,00
Subtotal estimación	7,73%	69,73	0,70	0,00%	77,47
TOTAL estimación cantidad RCDs	100,00%	901,48	1,25	6,08%	608,83

4.6 Estimación del Coste de Tratamiento de los RCD's

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE LOS RCDs											
G	Vr	Vl	Vc	N	P	Cc	Ts	Tt	C		
Tipo de gestión	Volumen Reciclado	Volumen neto de Residuos	Volumen Contenedor / Camión / Bión	Num Contenedor / Camión	Precio Contenedor / Camión	Contenedor Gratuito (SI / NO)	Incluir Tasas Municipales	Toneladas netas de cada tipo de RCD	Canon de Vertido	Importe TOTAL	
RCD: Tierras y pétreos procedentes de excavación											
1. Tierras de excavación	Vert. Fraccionado	705,69 m³	1646,62 m³	Camión 20T max 10Km	103,00 Uds	64,96 €/Ud	-	NO	2050,20 T	6,12 €	19.287,50 €
RCD: Naturaleza no pétreo											
1. Asfalto	Vert. Fraccionado	0,00 m³	0,00 m³	Contenedor 7 m³	0,00 Uds	63,40 €/Ud	NO	NO	0,00 T	16,92 €	0,00 €
2. Madera	Punta Residuo	3,32 m³	63,09 m³	Contenedor 30 m³	2,00 Uds	67,50 €/Ud	SI	NO	37,05 T	0,14 €	0,00 €
3. Metales	Punta Residuo	0,63 m³	15,77 m³	Contenedor 7 m³	3,00 Uds	63,40 €/Ud	NO	NO	23,65 T	2,05 €	257,80 €
4. Papel	Punta Residuo	0,00 m³	3,32 m³	Contenedor 30 m³	1,00 Uds	67,50 €/Ud	SI	NO	2,90 T	2,05 €	7,92 €
5. Plástico	Punta Residuo	0,00 m³	16,90 m³	Contenedor 30 m³	1,00 Uds	67,50 €/Ud	SI	NO	14,94 T	2,05 €	30,60 €
6. Vidrio	Punta Residuo	0,00 m³	0,00 m³	Contenedor 20 m³	0,00 Uds	67,70 €/Ud	SI	NO	0,00 T	2,05 €	0,00 €
7. Yeso	Vert. Fraccionado	0,00 m³	1,66 m³	Contenedor 7 m³	1,00 Uds	63,40 €/Ud	NO	NO	1,99 T	8,13 €	79,60 €
Subtotal estimación			100,64 m³						81,43 T		385,00 €
RCD: Naturaleza no pétreo											
1. Arena Grava y otros áridos	Vert. Fraccionado	13,20 m³	13,26 m³	Contenedor 7 m³	2,00 Uds	63,40 €/Ud	NO	NO	19,92 T	8,13 €	260,95 €
2. Hormigón	Vert. Fraccionado	2,39 m³	45,42 m³	Contenedor 7 m³	7,00 Uds	63,40 €/Ud	NO	NO	113,56 T	3,50 €	841,80 €
3. Ladrillos, azulejos y cerámicos	Vert. Fraccionado	17,93 m³	340,57 m³	Contenedor 7 m³	49,00 Uds	63,40 €/Ud	NO	NO	511,00 T	5,20 €	5.760,20 €
4. Piedra	Vert. Fraccionado	1,66 m³	31,54 m³	Contenedor 7 m³	5,00 Uds	63,40 €/Ud	NO	NO	47,31 T	9,06 €	746,12 €
Subtotal estimación			490,92 m³						691,79 T		7.645,07 €
RCD: Naturaleza no pétreo											
1. Basuras	Vert. Fraccionado	0,00 m³	77,47 m³	Contenedor 7 m³	12,00 Uds	63,40 €/Ud	NO	NO	69,73 T	9,16 €	1.394,40 €
2. Potencialmente peligrosos y otros	Vert. Fraccionado	0,00 m³	0,00 m³	Bidones 1,3 m³	0,00 Uds	620,02 €/Ud	-	NO	0,00 T	17,54 €	0,00 €
				Contenedor 9,3 m³	0,00 Uds	79,47 €/Ud	-	NO			0,00 €
Subtotal estimación			77,47 m³						69,73 T		1.394,40 €
TOTAL COSTE TRANSPORTE + VERTIDO										28.714,19 €	

4.7 Medidas para la Separación en Obra

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición se tomarán las siguientes medidas:

- Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

- Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.
- Los residuos químicos peligrosos como restos de desencofrantes, pinturas, colas, ácidos, etc. Se almacenarán en casetas ventiladas, bien iluminadas, ordenadas, cerradas, cubiertas de la intemperie, sin sumideros por los que puedan evacuarse fugas o derrames, cuidando de mantener la distancia de seguridad entre residuos que sean sinérgicos entre sí o incompatibles, agrupando los residuos por características de peligrosidad y en armarios o estanterías diferenciadas, en envases adecuados y siempre cerrados, a temperaturas máximas de 55º (se habilitará una cubierta general para proporcionarles sombra permanentemente), o menores de 21º para productos inflamables (cuando a la sombra, se prevea superar esta temperatura, estos residuos habrán de retirarse de inmediato, y se interrumpirán los trabajos que los generen hasta que las condiciones ambientales lo permitan, según los parámetros indicados). También contarán con cubetas de retención en función de las características del producto o la peligrosidad de mezcla con otros productos almacenados.
- Todos los productos envasados que tengan carácter de residuo peligroso deberán estar convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y el pictograma normalizado de peligro.
- Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.
- Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.
- Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.
- Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.
- Se evitará la contaminación de los residuos pétreos separados con destino a valorización con residuos derivados del yeso que los contaminen mermando sus prestaciones.

4.8 Medidas de segregación “in situ”

Los residuos se disgregarán convenientemente antes de depositarlos en los contenedores para su traslado a vertedero.

4.9 Previsión de Reutilización en la misma Obra u otros Emplazamientos

La totalidad de la tierra proveniente de la excavación será reutilizada para el relleno de la parcela, creando plataformas para su ajardinamiento.
El resto de los materiales de escombros se trasladarán a los correspondientes vertederos autorizados.

4.10 Operaciones de Valorización “in situ”

La totalidad de la tierra proveniente de la excavación será reutilizada para el relleno de la parcela, creando plataformas para su ajardinamiento.

Se seleccionarán los materiales aprovechables o reciclables, enviando a vertedero únicamente escombros limpios, de materiales procedentes de la obra.

4.11 Destino Previsto para los Residuos

En la Región de Murcia existen distintas infraestructuras públicas de gestión de residuos urbanos que se han financiado gracias a la aportación económica que se recibe de la Unión Europea a través de los Fondos Estructurales (Fondo FEDER) y del Fondo de Cohesión. Entre ellos se encuentran:

Infraestructuras públicas de gestión de residuos urbanos:

Sellado de Vertederos

- Conjunto de actuaciones destinadas al control y la recuperación de emplazamientos afectados por vertederos agotados incluyendo la vigilancia posterior.
- En funcionamiento: Calasparra, Cartagena (El Gorguel), Murcia, Cieza, Cehegín, Moratalla, Fortuna, Mazarrón, Lorca.

Centros de Gestión Diferenciada de Residuos

- Conjunto de instalaciones asociadas que agrupan operaciones de recogida selectiva y gestión diferenciada de residuos urbanos según su naturaleza.
- En funcionamiento: San Javier, Torre Pacheco, Mazarrón.

Plantas de Aprovechamiento de Biogás de vertedero

- Instalación de valorización de los gases producidos en los procesos de degradación de los residuos eliminados en vertedero.
- En funcionamiento: Murcia

Plantas de Recuperación y Compostaje

- Instalaciones de tratamiento que permiten separar las fracciones valorizables de los residuos urbanos y aprovechar los residuos biodegradables mediante procesos de fermentación aerobia.
- En funcionamiento: Murcia, Lorca, Cartagena.

Plantas de Selección de Envases

- Instalación en la cual se descargan, almacenan y seleccionan los residuos en fracciones reciclables o valorizables.
- En funcionamiento: Murcia

Estaciones de Transferencia de Residuos Urbanos

- Instalaciones que permiten la descarga de los camiones de recogida viaria en contenedores de mayor capacidad para su transporte a pantas de recuperación o selección.
- En funcionamiento: Los Alcázares, Calasparra, Mazarrón y Yecla.

Ecoparques (punto limpio)

- Es un Centro de recogida selectiva de residuos urbanos domiciliarios, valorizables y especiales, que no tienen cabida en los contenedores tradicionales.
- El Ecoparque es un lugar donde los ciudadanos, pueden depositar los residuos, con la certeza de que serán retirados por gestores autorizados, que procederán a su posterior reciclaje o procesamiento.
- En funcionamiento:
 - FONDO FEDER: Águilas, Alcantarilla, Alguazas, Las Torres de Cotillas, Los Alcázares, Mula, Pliego, San Javier, Santiago de la Ribera, Torre Pacheco, Murcia, Totana y Molina de Segura.
 - FONDO DE COHESIÓN: Abanilla, Águilas, Alhama de Murcia, Aledo, Bullas, Calasparra, Cehegín, Cieza, Fortuna, Jumilla, Moratalla, San Pedro del Pinatar, Santomera, Yecla y Caravaca.
 - MUNICIPALES: Lorca, Ceutí y Cartagena

4.12. Plantillas y Etiquetas

A continuación se exponen los modelos estandarizados de plantillas y etiquetas informativas sobre los residuos generados para que el contratista los incorpore a su Plan de Gestión de Residuos.

TABLA CONTROL SALIDA RESIDUOS OBRA

Proyecto de Electrificación de polígono residencial

Productor Residuos: Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.

Poseedor Residuos: La Empresa Contratista.

Fecha:	Residuo:	LER:
Albarán/DCS:	Cantidad (Tn):	
Transportista:	Gestor:	

Fecha:	Residuo:	LER:
Albarán/DCS:	Cantidad (Tn):	
Transportista:	Gestor:	

Fecha:	Residuo:	LER:
Albarán/DCS:	Cantidad (Tn):	
Transportista:	Gestor:	

Fecha:	Residuo:	LER:
Albarán/DCS:	Cantidad (Tn):	
Transportista:	Gestor:	

ALBARAN DE RETIRADA DE RESIDUOS NO PELIGROSOS Nº

IDENTIFICACION DEL PRODUCTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			

Fdo. (Responsable de residuos de la empresa productora)

NOTIFICACIÓN PREVIA DE TRASLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS

1.-Datos del PRODUCTOR		Comunidad Autónoma:					
Razón Social						N.I.F.:	
Dirección:						Nº Productor	
Municipio		Provincia				Código Postal	
Teléfono:		Fax:		E-mail:			
Persona de contacto:							
2.-Datos del DESTINATARIO		Comunidad Autónoma:					
Razón Social		N.I.F.				Nº Gestor Autorizado	
Dirección del domicilio social:							
Municipio		Provincia				Código Postal	
Teléfono:		Fax:		E-mail:			
Persona de contacto:							
3.-Datos del TRANSPORTISTA		Comunidad Autónoma:					
Razón Social		N.I.F.				Matrícula Vehículo	
Dirección del domicilio social:							
Municipio		Provincia				Código Postal	
Teléfono:		Fax:		E-mail:			
Persona de contacto:							
4.-Identificación del RESIDUO							
4.1. Código LER							
Descripción habitual:							
4.2.-Código del Residuo (según tablas Anexo 1 R.D. 952/97)							
Tabla 1 Q	Tabla 2 D R	Tabla 3 L	Tabla 4 C C	Tabla 5 H H	Tabla 6 A	Tabla 7 B	
4.3.-Gestión final a realizar (orden MAM 304/2002):						Cant. Total anual (kg):	
4.4.-En caso de Traslado Transfronterizo:							
NºDoc. Notificación:							
Nº de orden del envío:							
4.5.Medio Transporte:							
4.6. Itinerario:							
4.7.-CC.AA. de Tránsito:							
4.8.-Fecha de notificación:				4.9.-Fecha envío:			

SOLICITUD DE ADMISION DE RESIDUOS PELIGROSOS (R.D. 833/88 y R.D. 952/97)

IDENTIFICACION DEL PRODUCTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			











IDENTIFICACION DEL GESTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Nº de Gestor Autorizado:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			

IDENTIFICACION DEL RESIDUO	
Denominación descriptiva:	
Descripción L.E.R.:	
Código L.E.R.:	
Composición química:	
Propiedades Físico-químicas:	

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO	
Razón por la que el residuo debe ser gestionado	Q
Operación de gestión	D/R
Tipo genérico del residuo peligroso	L/P/S/G
Constituyentes que dan al residuo su carácter peligroso	C
Características de peligrosidad	H
Actividad generadora del residuo peligroso	A
Proceso generador del residuo peligroso	B

CANTIDAD A GESTIONAR (Peso y Volumen):	
TIPO DE ENVASE:	
FECHA:	

Nombre del Residuo:
Código de identificación del residuo según orden MAM 304/2002 L E R :
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:
Fecha de envasado:

	E Explosivo	Clasificación: Sustancias y preparaciones que reaccionan exotérmicamente también sin oxígeno y que debieran según condiciones de ensayo fijadas, pueden explotar al calentarse bajo inclusión parcial. Precaución: Evitar el choque, Percusión, Fricción, formación de chispas, fuego y acción del calor.
	F Fácilmente inflamable	Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 21°C, pero que NO son altamente inflamables. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de inflamación pueden inflamarse fácilmente y luego pueden continuar quemándose o permanecer incandescentes. Precaución: Mantener lejos de llamas, chispas y fuentes de calor.
	F+ Extremadamente inflamable	Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 0°C y un punto de ebullición de máximo de 35°C. Gases y mezclas de gases, que a presión normal y a temperatura usual son inflamables en el aire. Precaución: Mantener lejos de llamas, chispas y fuentes de calor.
	C Corrosivo	Clasificación: Destrucción del tejido cutáneo en todo su espesor en el caso de piel sana, intacta. Precaución: Mediante medidas protectoras especiales evitar el contacto con los ojos, piel e indumentaria. NO inhalar los vapores. En caso de accidente o malestar consultar inmediatamente al médico.
	T Tóxico	Clasificación: La Inhalación y la Ingestión o absorción cutánea en pequeña cantidad, pueden conducir a daños para la salud de magnitud considerable, eventualmente con consecuencias mortales. Precaución: Evitar contacto con el cuerpo humano. En caso de manipulación de estas sustancias deben establecerse procedimientos especiales.
	T+ Muy Tóxico	Clasificación: La Inhalación y la Ingestión o absorción cutánea en MUY pequeña cantidad, pueden conducir a daños de considerable magnitud para la salud, posiblemente con consecuencias mortales. Precaución: Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano, en caso de malestar consultar inmediatamente al médico.
	O Comburente	Clasificación: (Peróxidos orgánicos). Sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen reacción fuertemente exotérmica. Precaución: Evitar todo contacto con sustancias combustibles. Peligro de inflamación: Pueden favorecer los incendios comenzados y dificultar su extinción.
	Xn Nocivo	Clasificación: La Inhalación, la Ingestión o la absorción cutánea pueden provocar daños para la salud agudos o crónicos. Peligros para la reproducción, peligro de sensibilización por inhalación, en clasificación con R42. Precaución: Evitar el contacto con el cuerpo humano.
	Xi Irritante	Clasificación: Sin ser corrosivos, pueden producir inflamaciones en caso de contacto breve, prolongado o repetido con la piel o en mucosas. Peligro de sensibilización en caso de contacto con la piel. Clasificación con R43. Precaución: Evitar el contacto con ojos y piel; no inhalar vapores.
	N Peligro para el medio ambiente	Clasificación: En el caso de ser liberado en el medio acuático y no acuático puede producir daño del ecosistema inmediatamente o con posterioridad. Ciertas sustancias o sus productos de transformación pueden alterar simultáneamente diversos compartimentos. Precaución: Según sea el potencial de peligro, no dejar que alcancen la canalización, en el suelo o el medio ambiente.

Nombre del Residuo:	
Código de identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
E EXPLOSIVO	

Nombre del Residuo:	
Código de identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
F FÁCILMENTE INFLAMABLE	

Nombre del Residuo:	
Código de identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
F+ EXTREMADAMENTE INFLAMABLE	

Nombre del Residuo:	
Código de Identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	 <p>C CORROSIVO</p>
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
Nombre del Residuo:	
Código de Identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	 <p>T TÓXICO</p>
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
Nombre del Residuo:	
Código de Identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	 <p>T+ MUY TÓXICO</p>
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
Nombre del Residuo:	

Nombre del Residuo:	
Código de identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
O+ COMBURENTE	
Nombre del Residuo:	
Código de identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
Xn NOCIVO	
Nombre del Residuo:	
Código de identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
Xi IRRITANTE	

Nombre del Residuo:	
Código de identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
N PELIGRO para el MEDIO AMBIENTE	



depositar exclusivamente

**RESIDUOS de
HORMIGÓN**

SEPARACIÓN de RESIDUOS de CONSTRUCCIÓN y DEMOLICIÓN
obligatorio según Real Decreto 106/2008

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1. Condiciones Generales

5.1.1. Alcance

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica de la red de media y baja tensión, además de la instalación de los centros de transformación.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición de la instalación del trabajo.

5.1.2. Reglamentos y Normas

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal.

Se adaptarán además a las condiciones particulares impuestas por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

5.1.3. Disposiciones Generales

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según el orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

5.1.4. Ejecución de las Obras

5.1.4.1. Comienzo

El Contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

5.1.4.2. Ejecución

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

5.1.4.3. Libro de Órdenes

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

5.1.5. Interpretación y Desarrollo del Proyecto

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

5.1.6. Obras Complementarias

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

5.1.7. Modificaciones

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del Proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato.

El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

5.1.8. Obra Defectuosa

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

5.1.9. Medios Auxiliares

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección de sus operarios.

5.1.10. Conservación de Obras

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

5.1.11. Recepción de las Obras

5.1.11.1. Recepción Provisional

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder la recepción provisional.

5.1.11.2. Plazo de Garantía

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien en el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

5.1.11.3. Recepción Definitiva

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.

A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

5.1.12. Contratación de la Empresa

5.1.12.1. Modo de Contratación

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

5.1.12.2. Presentación

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 1 de Junio del 2015 en el domicilio del propietario.

5.1.12.3. Selección

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo con el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

5.1.13. Fianza

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

5.1.14. Condiciones Económicas

5.1.14.1. Abono de la Obra

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que pueden establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

5.1.14.2. Precios

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

5.1.14.3. Revisión de Precios

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

5.1.14.4. Penalizaciones

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

5.1.14.5. Contrato

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

5.1.14.6. Responsabilidades

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

5.1.14.7. Rescisión del Contrato

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primera: muerte o incapacidad del Contratista.
- Segunda: la quiebra del Contratista.
- Tercera: modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.

- Quinta: la no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: la suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
- Octava: terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

5.1.14.8. Liquidación

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

5.1.15. Condiciones Facultativas

5.1.15.1. Normas a Seguir

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del comité electrotécnico internacional (CEI).
- Plan nacional y ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Normas de la compañía suministradora (IBERDROLA).

Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

5.1.15.2. Personal

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales será de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligada separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

5.2. Pliego de Condiciones de la Red de Baja Tensión

5.2.1. Calidad de los Materiales. Condiciones y Ejecución

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

5.2.1.1. Conductores: Tendido, Empalmes, Terminales, Cruces y Protecciones

Se utilizarán cables del fabricante Prysmian con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1(S), de las características siguientes:

Cable tipo XZ1(S):

- Conductor..... Aluminio
- Secciones..... 50 - 95 - 150 y 240 mm²
- Tensión asignada..... 0,6/1 kV
- Aislamiento..... Mezcla de polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta..... Poliolefina Ignifugada

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm² y 240 mm² se utilizarán en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- La sección de 95 mm², se utilizará como neutro de la sección de 150 mm² línea de derivación de la red general y acometidas.

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla que sigue a continuación:

Tipo constructivo	Tensión nominal (kV)	Sección mm ²	Nº mínimo alambres	Suministro Long 2% (m)	Tipo bobina UNE 21 187-1	Código
RV XZ1(S)	0,6 / 1	1 - 50	6	1600	10	5631225
		1 - 95	15	950	10	5631235
		1 - 150	15	1100	12	5631245
		1 - 240	30	750	12	5631255

La constitución del cable será la siguiente:



Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
 - Designación completa.
 - Año de fabricación (dos últimas cifras).
 - Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).
- La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

5.2.1.1.1. Tendido de los Cables

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm². Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería a dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos.

Para los cruces de calles y carreteras:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

5.2.1.1.2. Protección Mecánica y de Sobreintensidad

Protección mecánica:

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación.

Para señalar la existencia de las mismas y protegerlas, a la vez, se colocará encima de la capa de arena, una placa de protección y/o tubo.

La anchura se incrementará hasta cubrir todas las cuaternas en caso de haber más de una.

Protección de sobreintensidad:

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo:

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros:

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

5.2.1.1.3. Señalización

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de la conducción superior.

5.2.1.1.4. Empalmes y Terminales

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

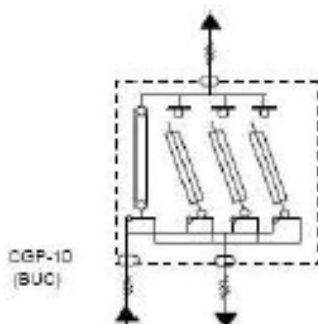
Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

5.2.1.1.5. Cajas generales de protección (CGP)

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las cajas generales de protección se colocarán empotradas en las fachadas de los edificios. Se utilizarán las correspondientes al siguiente esquema eléctrico.



En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utiliza- ción	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx. A		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Exterior	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Exterior	7650007
CGP-7-160	3	00**	160	Exterior	7650008
CGP-7-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-7-400/BUC	3	1 (BUC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-10-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/250/BUC	3/3	1 (BUC)	250	Interior	7650019

Las características técnicas de las CGP son:

- Envoltente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos hasta 240 mm².
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

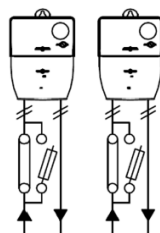
PLANO 54

5.2.1.1.6. Cajas Generales de Protección y Medida (CGPM)

Las cajas generales de protección y medida son aquellas que en un solo elemento incluyen la caja general de protección y el elemento de medida.

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

El esquema eléctrico de la CGPM utilizada en este proyecto será:



En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de CGPM que utiliza Iberdrola en sus instalaciones.

Tabla 1
Cajas normalizadas CPM y CMT

Tipo de Suministro	Nº de Contadores	Tipo de instalación	Designación	Figura	Código
	1	Empotrable	CPM1-D2-M	5	4272001
	1	Intemperie	CPM1-D2-I	5	4272002
Monofásico hasta 63 A	2	Empotrable	CPM3-D2/2-M	6	4272021
	2	Intemperie	CPM3-D2/2-I	6	4272023
Trifásico doble tarifa hasta 63 A	1	Empotrable	CPM2-D4-M	7	4272011
	1	Intemperie	CPM2-D4-I	7	4272013
Trifásico multifunción 63 A	1	Empotrable	CPM2-E4-M	8	4272014
	1	Intemperie	CPM2-E4-I	8	4272016
	1	Empotrable	CPM2-E4-MBP	9	4272017
	1	Intemperie	CPM2-E4-IBP	9	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta)	1	Empotrable	CMT-300E-M	10	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	11	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	10	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	11	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida Indirecta)	1	Intemperie	CMT-750E-I	12	4272120

Las características técnicas de las CGPM son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.
- Grado de protección IP43 en envoltentes empotrables e IP55 en envoltentes de intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envoltentes empotrables e IK10 en envoltentes de intemperie, según UNE EN 50 102.
- Clase térmica A, según UNE 21 305.
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.
- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

PLANO 55

5.2.1.1.7. Armarios de Medida y Seccionamiento

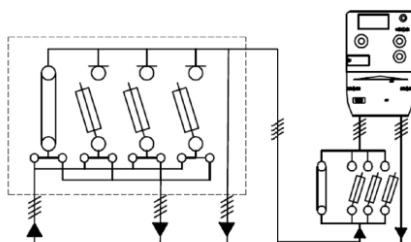
Su utilización será para ir en conjunto con las cajas generales de protección y medida, ya que estas no admiten la sección del cable proyectado en los anillos.

Serán las de tipo Maxinter CS-250/400-E.

Las características técnicas son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

PLANO 56



5.2.1.2. Accesorios

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior,

contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

5.2.1.3. Medidas Eléctricas

Una vez terminadas las obras, se realizarán las medidas eléctricas correspondientes de: puesta a tierra del neutro de la instalación para comprobar su buen funcionamiento y corregirlo en caso contrario; también se comprobará la continuidad de los conductores para localizar posibles fallos que se hayan producido en su tendido; y por último se medirán las tensiones entre fases, y entre fases y neutro al inicio y al final de la instalación para comprobar que estas se encuentran dentro de los límites impuestos.

5.2.1.4. Obra Civil

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera y cruce de calles) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

5.2.1.5. Zanjas: Ejecución, Tendido, Cruzamientos, Señalización y Acabado

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables de BT se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar.

Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como advertencia de la presencia de

cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tipos de zanja a utilizar para las distintas disposiciones de los conductores quedan reflejados en los planos 30-43.

5.2.2. Normas Generales para la Ejecución de las Instalaciones

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

5.2.3. Revisiones y Pruebas Reglamentarias al Finalizar la Obra

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional. Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra. En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el rellenado y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

5.2.4. Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad

Para el uso de las instalaciones, primero éstas habrán tenido que pasar sus respectivas revisiones y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento; el mantenimiento de las mismas será realizado por la empresa suministradora de energía ateniéndose a toda la reglamentación respectiva al tipo de instalación proyectada; la seguridad para las personas encargadas de la ejecución y mantenimiento de las instalaciones será la emitida en los siguientes documentos:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

5.2.5. Revisiones, Inspecciones y Pruebas Periódicas Reglamentarias a Efectuar por Parte de Instaladores, de Mantenedores y/o Organismos de Control

Generalmente, asumimos que la instalación eléctrica es un tipo de instalación que una vez realizada y puesta en funcionamiento, no precisa más cuidados que un mantenimiento sustitutivo de los elementos fungibles (fusibles, lámparas, relés, etc.).

Las instalaciones eléctricas y, especialmente, los elementos de protección contra contactos eléctricos, requieren de un proceso de revisión periódica que permita conocer el estado de los equipos y subsanar las faltas, averías o fallos en los mismos.

5.3. Pliego de Condiciones de la Red de Media Tensión

5.3.1. Calidad de los Materiales. Condiciones y Ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales. Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

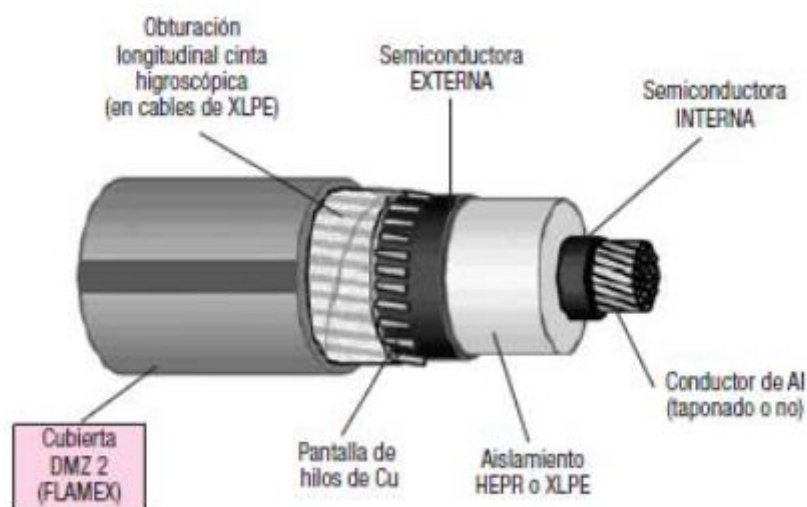
En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

5.3.1.1. Conductores: Tendido, Empalmes, Terminales, Cruces y Protecciones

Se utilizarán conductores de aluminio de fabricante Prysmian del tipo “AL EPROTENAX-H COMPACT 12/20 kV de secciones de 240 y 150 mm²”.

La constitución del conductor será la representada en la siguiente figura:



El conductor estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado “triple extrusión”, éste será una mezcla a base etileno propileno de alto módulo (HEPR).

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductora extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductora extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

5.3.1.1.1. Tendido de los Cables.

5.3.1.1.1.1. Manejo y Preparación de Bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

5.3.1.1.1.2. Tendido de Cables en Zanja.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc... y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los obreros estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 5 kg/mm² para cables unipolares con conductores de cobre. En el caso de aluminio debe reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido será obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá emplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de

tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

5.3.1.1.1.3. Tendido de los Cables en Tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

5.3.1.1.2. Empalmes

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico. Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc...

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

5.3.1.1.3. Terminales

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

5.3.1.1.4. Transporte de Bobinas de Cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

5.3.1.2. Accesorios

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

5.3.1.3. Obra Civil

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera, cruce de calles y enterramiento de la línea de media tensión aérea) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

5.3.1.4. Zanjas: Ejecución, Tendido, Cruzamientos, Paralelismos, Señalización y Acabado

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar.

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm \varnothing que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm \varnothing , según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y

calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm \varnothing aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,8 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el caso anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

5.3.2. Normas Generales para la Ejecución de las Instalaciones

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

5.4. Pliego de Condiciones de los Centros de Transformación

5.4.1. Calidades de los Materiales

5.4.1.1. Obra Civil

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y

pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

5.4.1.2. Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

5.4.1.3. Transformadores

El transformador o transformadores instalados en los Centros de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del

Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

5.4.1.4. Equipos de Medida

Al tratarse de Centros para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio:

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

Primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la apartamento de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Media Tensión, procederemos a conectar la red de Baja Tensión.

- Separación de servicio:

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento:

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificación de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamento interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

5.4.2. Normas de Ejecución de las Instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

5.4.3. Revisiones y Pruebas Reglamentarias al Finalizar la Obra

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

5.4.4. Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio. En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente. Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

5.4.5. Certificados y Documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.4.6. Libro de Órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

5.5. Pliego de Condiciones Estudio Básico de Seguridad y Salud

Se redacta este Pliego en cumplimiento del artículo 5.2.b del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

Se refiere este Pliego, en consecuencia, a partir de la enumeración de las normas legales y reglamentarias aplicables a la obra, al establecimiento de las prescripciones organizativas y técnicas que resultan exigibles en relación con la prevención de riesgos laborales en el curso de la construcción y, en particular, a la definición de la organización preventiva que corresponde al contratista y, en su caso, a los subcontratistas de la obra y a sus actuaciones preventivas, así como a la definición de las prescripciones técnicas que deben cumplir los sistemas y equipos de protección que hayan de utilizarse en las obras, formando parte o no de equipos y máquinas de trabajo.

Dadas las características de las condiciones a regular, el contenido de este Pliego se encuentra sustancialmente complementado con las definiciones efectuadas en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, en todo lo que se refiere a características técnicas preventivas a cumplir por los equipos de trabajo y máquinas, así como por los sistemas y equipos de protección personal y colectiva a utilizar, su composición, transporte, almacenamiento y reposición, según corresponda.

En estas circunstancias, el contenido normativo de este Pliego ha de considerarse ampliado con las previsiones técnicas de la Memoria, formando ambos documentos un sólo conjunto de prescripciones exigibles durante la ejecución de la obra.

5.5.1 Legislación y Normas Aplicables

El cuerpo legal y normativo de obligado cumplimiento está constituido por diversas normas de muy variados condición y rango, actualmente condicionadas por la situación de vigencias que deriva de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, excepto en lo que se refiere a los reglamentos dictados en desarrollo directo de dicha Ley que, obviamente, están plenamente vigentes y condicionan o derogan, a su vez, otros textos normativos precedentes. Con todo, el marco normativo vigente, propio de Prevención de Riesgos Laborales en el ámbito del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se concreta del modo siguiente:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10-11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.
- Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo)
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero, B.O.E. 31-01-97)
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, B.O.E. 01-05-98)
- Desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención (O.M. de 27-06-97, B.O.E. 04-07-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25-10-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
- Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril)
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B.O.E. 07-08-97)
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de técnico de riesgos laborales.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC LAT 01 a 09.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Junto a las anteriores, que constituyen el marco legal actual, tras la promulgación de la Ley de Prevención, debe considerarse un amplio conjunto de normas de prevención laboral que, si bien de forma desigual y a veces dudosa, permanecen vigentes en alguna parte de sus respectivos textos. Entre ellas, cabe citar las siguientes:
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 09-03-71, B.O.E. 16-03-71; vigente el capítulo 6 del título II)
- Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, B.O.E. 09-09-70), utilizable como referencia técnica, en cuanto no haya resultado mejorado, especialmente en su capítulo XVI, excepto las Secciones Primera y Segunda, por remisión expresa del Convenio General de la Construcción, en su Disposición Final Primera.2.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (B.O.E. 28-12-92)
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al Ruido durante el trabajo (B.O.E. 02-11-89)
- Orden de 31 de octubre de 1984, (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo por amianto.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción
- Además, han de considerarse otras normas de carácter preventivo con origen en otros Departamentos ministeriales, especialmente del Ministerio de Industria, y con diferente carácter de aplicabilidad, ya como normas propiamente dichas, ya como referencias técnicas de interés, a saber:
- Ley de Industria (Ley 21/1992, de 16 de julio, B.O.E. 26-07-92)
- Real Decreto 474/1.988, de 30 de marzo, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, sobre aparatos elevadores y manejo mecánico (B.O.E. 20-05-88)
- Real Decreto 1495/1.986, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. 21-07-86) y Reales Decretos 590/1.989 (B.O.E. 03-06-89) y 830/1.991 (B.O.E. 31-05-91) de modificación del primero.
- O.M. de 07-04-88, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Reglamentaria MSG-SM1, del Reglamento de Seguridad de las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados (B.O.E. 15-04-88).
- Real Decreto 1435/1.992, sobre disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre Máquinas (B.O.E. 11-12-92).
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, que modifica el anterior 1435/1992.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención (B.O.E. 11-12-85) e instrucciones técnicas complementarias. en lo que pueda quedar vigente.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002 e Instrucciones técnicas complementarias
- Decreto 3115/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (B.O.E. 27-12-68)

- Real Decreto 245/1.989 sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. 11-03-89) y Real Decreto 71/1.992, por el que se amplía el ámbito de aplicación del anterior, así como Órdenes de desarrollo.
- Real Decreto 2114/1.978, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos (B.O.E. 07-09-78).
- Real Decreto 1389/1.997, por el que se establecen disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (B.O.E. 07-10-97).
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Fomento, aplicables en función de las unidades de obra o actividades correspondientes.
- Normas de determinadas Comunidades Autónomas, vigentes en las obras en su territorio, que pueden servir de referencia para las obras realizadas en los territorios de otras comunidades. Destacan las relativas a los Andamios tubulares (p.ej.: Orden 2988/1988, de 30 de junio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid), a las Grúas (p.ej.: Orden 2243/1997, sobre grúas torre desmontables, de 28 de julio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid y Orden 7881/1988, de la misma, sobre el carné de Operador de grúas y normas complementarias por Orden 7219/1999, de 11 de octubre), etc.
- Diversas normas competenciales, reguladoras de procedimientos administrativos y registros que pueden resultar aplicables a la obra, cuya relación puede resultar excesiva, entre otras razones, por su variabilidad en diferentes comunidades autónomas del Estado. Su consulta idónea puede verse facilitada por el coordinador de seguridad y salud de la obra.

5.5.2 Obligaciones de las Diversas Partes Intervinientes en la Obra

En cumplimiento de la legislación aplicable y, de manera específica, de lo establecido en la Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales, en el Real Decreto 39/1.997, de los Servicios de Prevención, y en el Real Decreto 1627/1.997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, corresponde a Dirección General de Carreteras, en virtud de la delegación de funciones efectuada por el Secretario de Estado de Infraestructuras en los Jefes de las demarcaciones territoriales, la designación del coordinador de seguridad y salud de la obra, así como la aprobación del Plan de Seguridad y Salud propuesto por el contratista de la obra, con el preceptivo informe y propuesta del coordinador, así como remitir el Aviso Previo a la Autoridad laboral competente.

En cuanto al contratista de la obra, viene éste obligado a redactar y presentar, con anterioridad al comienzo de los trabajos, el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación y desarrollo del presente Estudio y de acuerdo con lo establecido en el artículo 7 del citado Real Decreto 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud contendrá, como mínimo, una breve descripción de la obra y la relación de sus principales unidades y actividades a desarrollar, así como el programa de los trabajos con indicación de los trabajadores concurrentes en cada fase y la evaluación de los riesgos esperables en la obra. Además, específicamente, el Plan expresará resumidamente las medidas preventivas previstas en el presente Estudio que el contratista admita como válidas y suficientes para evitar o proteger los riesgos evaluados y presentará las alternativas a aquéllas que considere conveniente modificar, justificándolas técnicamente.

Finalmente, el plan contemplará la valoración económica de tales alternativas o expresará la validez del Presupuesto del presente estudio de Seguridad y Salud. El plan presentado por el contratista no reiterará obligatoriamente los contenidos ya incluidos en este Estudio, aunque sí deberá hacer referencia concreta a los mismos y desarrollarlos específicamente, de modo

que aquéllos serán directamente aplicables a la obra, excepto en aquellas alternativas preventivas definidas y con los contenidos desarrollados en el Plan, una vez aprobado éste reglamentariamente.

Las normas y medidas preventivas contenidas en este Estudio y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, constituyen las obligaciones que el contratista viene obligado a cumplir durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de los principios y normas legales y reglamentarias que le obligan como empresario.

En particular, corresponde al contratista cumplir y hacer cumplir el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y la coordinación de actividades preventivas entre las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en la obra, en los términos previstos en el artículo 24 de la Ley de Prevención, informando y vigilando su cumplimiento por parte de los subcontratistas y de los trabajadores autónomos sobre los riesgos y medidas a adoptar, emitiendo las instrucciones internas que estime necesarias para velar por sus responsabilidades en la obra, incluidas las de carácter solidario, establecidas en el artículo 42.2 de la mencionada Ley.

Los subcontratistas y trabajadores autónomos, sin perjuicio de las obligaciones legales y reglamentarias que les afectan, vendrán obligados a cumplir cuantas medidas establecidas en este Estudio o en el Plan de Seguridad y Salud les afecten, a proveer y velar por el empleo de los equipos de protección individual y de las protecciones colectivas o sistemas preventivos que deban aportar, en función de las normas aplicables y, en su caso, de las estipulaciones contractuales que se incluyan en el Plan de Seguridad y Salud o en documentos jurídicos particulares.

En cualquier caso, las empresas contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos presentes en la obra estarán obligados a atender cuantas indicaciones y requerimientos les formule el coordinador de seguridad y salud, en relación con la función que a éste corresponde de seguimiento del Plan de Seguridad y Salud de la obra y, de manera particular, aquéllos que se refieran a incumplimientos de dicho Plan y a supuestos de riesgos graves e inminentes en el curso de ejecución de la obra.

5.5.3 Servicios de Prevención

La empresa adjudicataria vendrá obligada a disponer de una organización especializada de prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 39/1997, citado: cuando posea una plantilla superior a los 250 trabajadores, con Servicio de Prevención propio, mancomunado o ajeno contratado a tales efectos, en cualquier caso debidamente acreditados ante la Autoridad laboral competente, o, en supuestos de menores plantillas, mediante la designación de un trabajador (con plantillas inferiores a los 50 trabajadores) o de dos trabajadores (para plantillas de 51 a 250 trabajadores), adecuadamente formados y acreditados a nivel básico, según se establece en el mencionado Real Decreto 39/1997.

La empresa contratista encomendará a su organización de prevención la vigilancia de cumplimiento de sus obligaciones preventivas en la obra, plasmada en el Plan de Seguridad y Salud, así como la asistencia y asesoramiento al Jefe de obra en cuantas cuestiones de seguridad se planteen a lo largo de la construcción.

Cuando la empresa contratista venga obligada a disponer de un servicio técnico de prevención, estará obligada, asimismo, a designar un técnico de dicho servicio para su actuación específica en la obra. Este técnico deberá poseer la preceptiva acreditación superior o, en su caso, de grado medio a que se refiere el mencionado Real Decreto 39/1997, así como titulación

académica y desempeño profesional previo adecuado y aceptado por el coordinador en materia de seguridad y salud, a propuesta expresa del jefe de obra.

Al menos uno de los trabajadores destinados en la obra poseerá formación y adiestramiento específico en primeros auxilios a accidentados, con la obligación de atender a dicha función en todos aquellos casos en que se produzca un accidente con efectos personales o daños o lesiones, por pequeños que éstos sean.

Los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de Medicina del Trabajo de un Servicio de Prevención acreditado.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá las condiciones en que se realizará la información a los trabajadores, relativa a los riesgos previsibles en la obra, así como las acciones formativas pertinentes.

El coste económico de las actividades de los servicios de prevención de las empresas correrá a cargo, en todo caso, de las mismas, estando incluidos como gastos generales en los precios correspondientes a cada una de las unidades productivas de la obra, al tratarse de obligaciones intrínsecas a su condición empresarial.

5.5.4 Instalaciones y Servicios de Higiene y Bienestar de los Trabajadores

Los vestuarios, comedores, servicios higiénicos, lavabos y duchas a disponer en la obra quedarán definidos en el Plan de Seguridad y Salud, de acuerdo con las normas específicas de aplicación y, específicamente, con los apartados 15 a 18 de la Parte A del Real Decreto 1627/1.997, citado. En cualquier caso, se dispondrá de un inodoro cada 25 trabajadores, utilizable por éstos y situado a menos de 50 metros de los lugares de trabajo; de un lavabo por cada 10 trabajadores y de una taquilla o lugar adecuado para dejar la ropa y efectos personales por trabajador.

Se dispondrá asimismo en la obra de agua potable en cantidad suficiente y adecuadas condiciones de utilización por parte de los trabajadores.

Se dispondrá siempre de un botiquín, ubicado en un local de obra, en adecuadas condiciones de conservación y contenido y de fácil acceso, señalizado y con indicación de los teléfonos de urgencias a utilizar. Existirá al menos un trabajador formado en la prestación de primeros auxilios en la obra.

Todas las instalaciones y servicios a disponer en la obra vendrán definidos concretamente en el plan de seguridad y salud y en lo previsto en el presente estudio, debiendo contar, en todo caso, con la conservación y limpieza precisos para su adecuada utilización por parte de los trabajadores, para lo que el jefe de obra designará personal específico en tales funciones. 335

El coste de instalación y mantenimiento de los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores correrá a cargo del contratista, sin perjuicio de que consten o no en el presupuesto de la obra y que, en caso afirmativo, sean retribuidos por la Administración de acuerdo con tales presupuestos, siempre que se realicen efectivamente.

5.5.5 Condiciones a Cumplir por los Equipos de Protección Personal

Todos los equipos de protección personal utilizados en la obra tendrán fijado un periodo de vida útil, a cuyo término el equipo habrá de desecharse obligatoriamente. Si antes de finalizar tal periodo, algún equipo sufriera un trato límite (como en supuestos de un accidente, caída o golpeo del equipo, etc.) o experimente un envejecimiento o deterioro más rápido del

previsible, cualquiera que sea su causa, será igualmente desechado y sustituido, al igual que cuando haya adquirido mayor holgura que las tolerancias establecidas por el fabricante.

Un equipo de protección individual nunca será permitido en su empleo si se detecta que representa o introduce un riesgo por su mera utilización.

Todos los equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997, ya mencionados. Adicionalmente, en cuanto no se vean modificadas por lo anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. de homologación de los equipos, en aplicación de la O.M. de 17-05-1.974 (B.O.E. 29-05-74).

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes equipos de protección individual y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, almacenaje y mantenimiento de los equipos de protección individual de los trabajadores de la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuesto específico.

Las protecciones personales que se consideran, sin perjuicio de normativa específica que resulte aplicable, de utilización mínima exigible en la obra, se establecen en el Anejo I de este Pliego, para las diferentes unidades productivas de la obra.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los costes de los equipos de protección individual que deban ser usados en la obra por el personal técnico, de supervisión y control o de cualquier otro tipo, incluidos los visitantes, cuya presencia en la obra puede ser prevista. En consecuencia estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que se utilicen efectivamente en la obra.

5.5.6 Condiciones de las Protecciones Colectivas

En la Memoria de este estudio se contemplan numerosas definiciones técnicas de los sistemas y protecciones colectivas que están previstos aplicar en la obra, en sus diferentes actividades o unidades de obra. Dichas definiciones tienen el carácter de prescripciones técnicas mínimas, por lo que no se considera necesario ni útil su repetición aquí, sin perjuicio de la remisión de este Pliego a las normas reglamentarias aplicables en cada caso y a la concreción que se estima precisa en las prescripciones técnicas mínimas de algunas de las protecciones que serán abundantemente utilizables en el curso de la obra.

Así, las vallas autónomas de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 90 cm. y estarán pintadas en blanco o en amarillo o naranja luminosos, manteniendo su pintura en correcto estado de conservación y no presentando indicios de óxido ni elementos doblados o rotos en ningún momento.

Los pasillos cubiertos de seguridad que deban utilizarse en estructuras estarán contruidos con pórticos de madera, con pies derechos y dinteles de tablonos embridados, o metálicos a base de tubos y perfiles y con cubierta cuajada de tablonos o de chapa de suficiente resistencia ante los impactos de los objetos de caída previsible sobre los mismos. Podrán disponerse elementos amortiguadores sobre la cubierta de estos pasillos.

Las redes perimetrales de seguridad con pescantes de tipo horca serán de poliamida.

Las redes de bandeja o recogida se situarán en un nivel inferior, pero próximo al de trabajo, con altura de caída sobre la misma siempre inferior a 6 metros.

Las barandillas de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por sí mismas y por su sistema de fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento. La resistencia global de referencia de las barandillas queda cifrada en 150 Kg./m., como mínimo.

Los cables de sujeción de cinturones y arneses de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de un trabajador al vacío, con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda utilizada. Estarán, en todo caso, anclados en puntos fijos de la obra ya construida (esperas de armadura, argollas empotradas, pernos, etc.) o de estructuras auxiliares, como pórticos que pueda ser preciso disponer al efecto.

Todas las pasarelas y plataformas de trabajo tendrán anchos mínimos de 60 cm. y, cuando se sitúen a más de 2,00 m. del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 90 cm. de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

Las escaleras de mano estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a aquélla que garantice una tensión máxima de 24 V., de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del interruptor diferencial, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

Todo cuadro eléctrico general, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte omnipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio.

Los cuadros de distribución deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán interruptores, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente.

Los tableros portantes de bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las máquinas eléctricas dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los extintores de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m. sobre el suelo y estarán adecuadamente señalizados.

En cuanto a la señalización de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y aquélla que corresponde al tráfico exterior afectado por la obra. En el primer caso son de aplicación las prescripciones

establecidas por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, ya citado en este Pliego, en tanto que la señalización y el balizamiento del tráfico, en su caso, vienen regulados por la Norma 8.31C de la Dirección General de Carreteras, como corresponde a su contenido y aplicación técnica.

Esta distinción no excluye la posible complementación de la señalización de tráfico durante la obra cuando la misma se haga exigible para la seguridad de los trabajadores.

que trabajen en la inmediación de dicho tráfico, en evitación de intromisiones accidentales de éste en las zonas de trabajo.

Dichos complementos, cuando se estimen necesarios, deberán figurar en el plan de seguridad y salud de la obra.

Todas las protecciones colectivas de empleo en la obra se mantendrán en correcto estado de conservación y limpieza, debiendo ser controladas específicamente tales condiciones, en las condiciones y plazos que en cada caso se fijen en el plan de seguridad y salud.

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes sistemas de protección colectiva y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, construcción, montaje, almacenamiento y mantenimiento de los equipos de protección colectiva utilizados en la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuesto específico.

Las protecciones colectivas que se consideran, sin perjuicio de normativa específica que resulte aplicable, de utilización mínima exigible en la obra, se establecen en el Anejo I, para las diferentes unidades productivas de la obra.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los sistemas de protección colectiva y la señalización que deberán ser dispuestos para su aplicación en el conjunto de actividades y movimientos en la obra o en un conjunto de tajos de la misma, sin aplicación estricta a una determinada unidad de obra. En consecuencia, estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que sean dispuestos efectivamente en la obra.

5.6 Pliego de Condiciones Plan de Gestión de Residuos

5.6.1 Obligaciones Agentes Intervinientes

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán

preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma ó entregados a una instalación de valorización ó de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.
- En las obras de edificación sujetas la licencia urbanística la legislación autonómica podrá imponer al promotor (productor de residuos) la obligación de constituir una fianza, o garantía financiera equivalente, que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, cuyo importe se basará en el capítulo específico de gestión de residuos del presupuesto de la obra.
- Todos los trabajadores intervinientes en obra han de estar formados e informados sobre el procedimiento de gestión de residuos en obra que les afecta, especialmente de aquellos aspectos relacionados con los residuos peligrosos.

5.6.2 Gestión de Residuos

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes.
- Para el caso de los residuos con amianto se cumplirán los preceptos dictados por el RD 396/2006 sobre la manipulación del amianto y sus derivados.
- El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera...) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

5.6.3 Derribo y Demolición

- En los procesos de derribo se priorizará la retirada tan pronto como sea posible de los elementos que generen residuos contaminantes y peligrosos. Si es posible, esta retirada será previa a cualquier otro trabajo.
- Los elementos constructivos a desmontar que tengan como destino último la reutilización se retirarán antes de proceder al derribo o desmontaje de otros elementos constructivos, todo ello para evitar su deterioro.
- En la planificación de los derribos se programarán de manera consecutiva todos los trabajos de desmontaje en los que se genere idéntica tipología de residuos con el fin de facilitar los trabajos de separación.

5.6.4 Separación

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.
- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar la mezcla de residuos peligrosos con residuos no peligrosos.
- El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.
- La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra. Cuando por falta de espacio físico no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación de separación.
- Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.
- Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas o Gestores de Residuos.

5.6.5 Documentación

- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de

residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

- El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.

- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.

- El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificándola identificación del poseedor del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002.

- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.

- Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.

5.6.6 Normativa

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 120/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

- Real Decreto 952/1997, que modifica el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1998.

- LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

- REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

6. PRESUPUESTO

6. PRESUPUESTO

6.1 CAPÍTULO 1: RED DE BAJA TENSIÓN		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.1 SUBCAPÍTULO 1.1: RED DE BT DEL CT1				
ML	1.1.1 ZANJA 1,2 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	36	158,16 €	5.693,76 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 30. Zanja nº 1			
ML	1.1.2 ZANJA 1,4 x 2,1 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	7	281,80 €	1.972,60 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 2,1 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 6 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 30. Zanja 2			
ML	1.1.3 ZANJA 1,2 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	65	158,16 €	10.280,40 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 30. Zanja nº 3			
ML	1.1.4 ZANJA 1,4 x 1,3 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	9	174,46 €	1.570,14 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 1,3 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 3 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 30. Zanja nº 4			
ML	1.1.5 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	265	71,89 €	19.050,85 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 30. Zanja nº 5			
ML	1.1.6 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	130	25,16 €	3.270,80 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 30. Zanja nº 6			
ML	1.1.7 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	20	71,89 €	1.437,80 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 30. Zanja nº 7			
ML	1.1.8 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	261	25,16 €	6.566,76 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 30. Zanja nº 8			

ML	1.1.9 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1548	10,47 €	16.207,56 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.1.10 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	154,8	10,47 €	1.620,76 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra. (10% imprevistos)			
ML	1.1.11 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	2157	6,49 €	13.998,93 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.1.12 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	215,7	6,49 €	1.399,89 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra. (10% imprevistos)			
ML	1.1.13 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	547	4,85 €	2.652,95 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.1.14 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	54,7	4,85 €	265,30 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra. (10% imprevistos)			
UD	1.1.15 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	20	75,55 €	1.511,00 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición ductil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.1.16 CPM3-D/E4*-M-CS CAHORS	2	798,23 €	1.596,46 €
	Caja de Medida y Seccionamiento. Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con ventanillas para lectura de los aparatos de medida. Panel troquelado para contadores monofásicos o trifásicos. Contador trifásico incluido. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. Bases de neutro amovibles de 160A. 3 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A según NI 76.01.02 y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalíticos de hasta 240 mm2. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Tres bases tamaño 1, tipo BUC, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalíticos de hasta 240 mm2. Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. Puerta ciega y puerta con mirillas de poliéster incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.1.17 CAP-1210 CAHORS	1	2.789,00 €	2.789,00 €
	Armario de Alumbrado Público de medidas 1250 x 1000 x 300 mm e IP55. Abertura inferior. Incorpora cerraduras de triple acción con llave normalizada. Base de Poliéster. Con TMF 1 reducido. Parte Izquierda del Armario: protección y medida del equipo. TMF1 Reducido. Parte Derecha del Armario: alojamiento del cuadro de protección y maniobra de circuitos de alumbrado. Armarios fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035. Resistente al fuego s/n UNE EN 60 695-2-1/0. Grado de protección contra polvo/agua IP55. Grado de protección impactos IK10. Materiales no higroscópicos. Absorción de humedad prácticamente nula. Material autoextinguible, alta resistencia a la llamas, estable entre -18 a 150 °C. Bisagras interiores que toleran la apertura de la puerta 180°. Junta de estanquidad de poliuretano espumada. Reloj programable y sistema de control de intensidad de luz mediante un dimmer incluidos. Toda la protección de los circuitos de alumbrado incluida. Totalmente cableado interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalado, cableado y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.1.18 CPM3-D2/2-I CAHORS	18	655,20 €	11.793,60 €
	Caja general de protección y medida, con envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.00.01. Dos Contadores monofásicos incluidos. Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos. Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. 2 Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetalíticos de hasta 50mm2 de capacidad y con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. 2 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02. y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalíticos de hasta 240 mm2. Fusibles según previsión de potencia incluidos. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Puerta con mirillas de poliéster incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			

UD	1.1.19 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	5.183,93 €	5.183,93 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2 y 95 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.1.20 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas, cajas generales de protección y medida y armario para centro de mando de alumbrado público.			
UD	1.1.21 DIETAS OPERARIOS	1	280,00 €	280,00 €
UD	1.1.22 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.1: RED DE BT DEL CT1				111.142,48 €
		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.2 SUBCAPITULO 1.2: RED DE BT DEL CT2				
ML	1.2.1 ZANJA 1,4 x 3,2 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	9	429,43 €	3.864,87 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 3,2 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 6 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 31. Zanja 1			
ML	1.2.2 ZANJA 1,2 x 1,2 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	21	115,03 €	2.415,63 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,2 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 31. Zanja nº 2			
ML	1.2.3 ZANJA 1,4 x 0,9 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	14	120,78 €	1.690,92 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 0,9 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 3 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 31. Zanja nº 3			
ML	1.2.4 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	108	71,89 €	7.764,12 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 31. Zanja nº 4			
ML	1.2.5 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	292	71,89 €	20.991,88 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 31. Zanja nº 5			
ML	1.2.6 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	209	25,16 €	5.258,44 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 31. Zanja nº 6			
ML	1.2.7 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	369	25,16 €	9.284,04 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 31. Zanja nº 7			

ML	1.2.8 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	2085	10,47 €	21.829,95 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.2.9 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	208,5	10,47 €	2.183,00 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.2.10 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1901	6,49 €	12.337,49 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.2.11 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	190,1	6,49 €	1.233,75 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.2.12 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	402	4,85 €	1.949,70 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.2.13 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	40,2	4,85 €	194,97 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.2.14 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	26	75,55 €	1.964,30 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.2.15 CPM3-D2/2-I CAHORS	28	655,20 €	18.345,60 €
	Caja general de protección y medida, con envoltorio de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.00.01. Dos Contadores monofásicos incluidos. Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos. Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. 2 Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetalicos de hasta 50mm2 de capacidad y con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. 2 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02. y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Fusibles según previsión de potencia incluidos. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7ZR. Puerta con mirillas de poliester incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.2.16 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	5.565,43 €	5.565,43 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2 y 95 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.2.17 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas, cajas generales de protección y medida y armario para centro de mando de alumbrado público.			
UD	1.2.18 DIETAS OPERARIOS	1	320,00 €	320,00 €
UD	1.2.19 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.2: RED DE BT DEL CT2				119.194,08 €
		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.3 SUBCAPITULO 1.3: RED DE BT DEL CT3				
ML	1.3.1 ZANJA 0,9 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	155	118,62 €	18.386,10 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 32.Zanja nº 1			
ML	1.3.2 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	50,32 €	754,80 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 32.Zanja nº 2			
ML	1.3.3 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1899	10,47 €	19.882,53 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.3.4 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	189,9	10,47 €	1.988,25 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			

ML	1.3.5 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	633	6,49 €	4.108,17 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.3.6 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	63,3	6,49 €	410,82 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.3.7 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	5	75,55 €	377,75 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.3.8 CGP-10-250/BUC CAHORS	10	442,95	4.429,50 €
	Caja General de Protección esquema eléctrico nº 10 con 3 bases portafusibles de 250A y neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Panel para montaje de bases BUC y neutro amovible. Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Conexiones eléctricas realizadas con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos de hasta 240 mm2. Placa de protección de partes activas. Puerta ciega de poliéster incluida. Totalmente cableada interiormente y toda la aparatadura eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.3.9 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	2.516,90 €	2.516,90 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.3.10 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas, cajas generales de protección y medida y armario para centro de mando de alumbrado público.			
UD	1.3.11 DIETAS OPERARIOS	1	120,00 €	120,00 €
UD	1.3.12 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.3: RED DE BT DEL CT3				54.974,82 €
6.1.4 SUBCAPITULO 1.4: RED DE BT DEL CT4		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
ML	1.4.1 ZANJA 0,9 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	153	118,62 €	18.148,86 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 33.Zanja nº 1			
ML	1.4.2 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	14	50,32 €	704,48 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 33.Zanja nº 2			
ML	1.4.3 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1866	10,47 €	19.537,02 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.4.4 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	186,6	10,47 €	1.953,70 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.4.5 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	622	6,49 €	4.036,78 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.4.6 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	62,2	6,49 €	403,68 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.4.7 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	5	75,55 €	377,75 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			

UD	1.4.8 CGP-10-250/BUC CAHORS	10	442,95	4.429,50 €
	Caja General de Protección esquema eléctrico nº 10 con 3 bases portafusibles de 250A y neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Panel para montaje de bases BUC y neutro amovible. Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliester reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Conexiones eléctricas realizadas con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos de hasta 240 mm2. Placa de protección de partes activas. Puerta ciega de poliester incluida. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.4.9 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	2.479,59 €	2.479,59 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.4.10 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas, cajas generales de protección y medida y armario para centro de mando de alumbrado público.			
UD	1.4.11 DIETAS OPERARIOS	1	120,00 €	120,00 €
UD	1.4.12 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.4: RED DE BT DEL CT4				54.191,36 €
		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.5 SUBCAPITULO 1.5: RED DE BT DEL CT5				
ML	1.5.1 ZANJA 0,9 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	48	118,62 €	5.693,76 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 34.Zanja nº 1			
ML	1.5.2 ZANJA 1,2 x 1,4 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	134,20 €	2.013,00 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,4 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 34.Zanja nº 2			
ML	1.5.3 ZANJA 1,4 x 0,9 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	14	120,78 €	1.690,92 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 0,9 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 3 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 34. Zanja nº 3			
ML	1.5.4 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	76	71,89 €	5.463,64 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 34.Zanja nº 4			
ML	1.5.5 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	245	25,16 €	6.164,20 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 34.Zanja nº 5			
ML	1.5.6 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	366	10,47 €	3.832,02 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.5.7 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	36,6	10,47 €	383,20 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			

ML	1.5.8 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1457	6,49 €	9.455,93 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.5.9 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	145,7	6,49 €	945,59 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.5.10 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	445	4,85 €	2.158,25 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.5.11 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	44,5	4,85 €	215,83 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x95 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.5.12 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	10	75,55 €	755,50 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.5.13 CGP-10-250/BUC CAHORS	4	442,95	1.771,80 €
	Caja General de Protección esquema eléctrico nº 10 con 3 bases portafusibles de 250A y neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Panel para montaje de bases BUC y neutro amovible. Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Conexiones eléctricas realizadas con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Placa de protección de partes activas. Puerta ciega de poliéster incluida. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.5.14 CPM3-D/E4*-M-CS CAHORS	1	798,23 €	798,23 €
	Caja de Medida y Seccionamiento. Envoltorio de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con ventanillas para lectura de los aparatos de medida. Panel troquelado para contadores monofásicos o trifásicos. Contador trifásico incluido. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. Bases de neutro amovibles de 160A. 3 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A según NI 76.01.02 y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Tres bases tamaño 1, tipo BUC, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. Puerta ciega y puerta con mirillas de poliéster incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.5.15 CPM3-D2/2-I CAHORS	11	655,20 €	7.207,20 €
	Caja general de protección y medida, con envoltorio de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.00.01. Dos Contadores monofásicos incluidos. Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos. Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. 2 Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetalicos de hasta 50mm2 de capacidad y con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. 2 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02, y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Fusibles según previsión de potencia incluidos. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Puerta con mirillas de poliéster incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.5.16 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	2.427,45 €	2.427,45 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2 y 95 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.5.17 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas, cajas generales de protección y medida y armario para centro de mando de alumbrado público.			
UD	1.5.18 DIETAS OPERARIOS	1	200,00 €	200,00 €
UD	1.5.19 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.5: RED DE BT DEL CT5				53.176,52 €

		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.6 SUBCAPITULO 1.6: RED DE BT DEL CT6				
ML	1.6.1 ZANJA 0,9 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	35	118,62 €	4.151,70 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 35.Zanja nº 1			
ML	1.6.2 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	29	50,32 €	1.459,28 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 35.Zanja nº 2			
ML	1.6.3 ZANJA 1,0 x 2,1 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	201,30 €	3.019,50 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 2,1 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 4 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diámetro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 35. Zanja nº 3			
ML	1.6.4 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	95	50,32 €	4.780,40 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 35.Zanja nº 4			
ML	1.6.5 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1365	10,47 €	14.291,55 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.6.6 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	136,5	10,47 €	1.429,16 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.6.7 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	455	6,49 €	2.952,95 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.6.8 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	45,5	6,49 €	295,30 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.6.9 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	5	75,55 €	377,75 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.6.10 CGP-10-250/BUC CAHORS	10	442,95	4.429,50 €
	Caja General de Protección esquema eléctrico nº 10 con 3 bases portafusibles de 250A y neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Panel para montaje de bases BUC y neutro amovible. Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Conexiones eléctricas realizadas con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Placa de protección de partes activas. Puerta ciega de poliéster incluida. Totalmente cableada interiormente y toda la aparaenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.6.11 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	1.859,35 €	1.859,35 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.6.12 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas y cajas generales de protección.			
UD	1.6.13 DIETAS OPERARIOS	1	200,00 €	200,00 €
UD	1.6.14 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.6: RED DE BT DEL CT6				41.246,43 €

		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.7 SUBCAPITULO 1.7: RED DE BT DEL CT7				
ML	1.7.1 ZANJA 0,9 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	87	118,62 €	10.319,94 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 36.Zanja nº 1			
ML	1.7.2 ZANJA 1,2 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	13	158,16 €	2.056,08 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 36.Zanja nº 2			
ML	1.7.3 ZANJA 1,2 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	68	67,09 €	4.562,12 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 36.Zanja nº 3			
ML	1.7.4 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	12	50,32 €	603,84 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 36.Zanja nº 4			
ML	1.7.5 ZANJA 1,0 x 0,9 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	86,27 €	1.294,05 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 0,9 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 2 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 36. Zanja nº 5			
ML	1.7.6 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1695	10,47 €	17.746,65 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.7.7 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	169,5	10,47 €	1.774,67 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.7.8 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	565	6,49 €	3.666,85 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.7.9 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	56,5	6,49 €	366,69 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.7.10 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	5	75,55 €	377,75 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.7.11 CPM3-D/E4/*-M-CS CAHORS	1	798,23 €	798,23 €
	Caja de Medida y Seccionamiento. Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con ventanillas para lectura de los aparatos de medida. Panel troquelado para contadores monofásicos o trifásicos. Contador trifásico incluido. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. Bases de neutro amovibles de 160A. 3 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A según NI 76.01.02 y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Tres bases tamaño 1, tipo BUC, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. Puerta ciega y puerta con mirillas de poliester incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparatenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			

UD	1.7.12 CAP-1210 CAHORS	1	2.789,00 €	2.789,00 €
	Armario de Alumbrado Público de medidas 1250 x 1000 x 300 mm e IP55. Abertura inferior. Incorpora cerraduras de triple acción con llave normalizada. Base de Poliéster. Con TMF 1 reducido. Parte Izquierda del Armario: protección y medida del equipo. TMF1 Reducido. Parte Derecha del Armario: alojamiento del cuadro de protección y maniobra de circuitos de alumbrado. Armarios fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035. Resistente al fuego s/n UNE EN 60 695-2-1/0. Grado de protección contra polvo/agua IP55. Grado de protección impactos IK10. Materiales no higroscópicos. Absorción de humedad prácticamente nula. Material autoextinguible, alta resistencia a la llamas, estable entre -18 a 150 °C. Bisagras interiores que toleran la apertura de la puerta 180°. Junta de estanquidad de poliuretano espumada. Reloj programable y sistema de control de intensidad de luz mediante un dimmer incluidos. Toda la protección de los circuitos de alumbrado incluida. Totalmente cableado interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalado, cableado y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.7.13 CGP-10-250/BUC CAHORS	9	442,95	3.986,55 €
	Caja General de Protección esquema eléctrico nº 10 con 3 bases portafusibles de 250A y neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Panel para montaje de bases BUC y neutro amovible. Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Conexiones eléctricas realizadas con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos de hasta 240 mm2. Placa de protección de partes activas. Puerta ciega de poliéster incluida. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.7.14 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	2.517,12 €	2.517,12 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanquidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.7.15 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas y cajas generales de protección.			
UD	1.7.16 DIETAS OPERARIOS	1	200,00 €	200,00 €
UD	1.7.17 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.7: RED DE BT DEL CT7				55.059,53 €
		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.8 SUBCAPITULO 1.8: RED DE BT DEL CT8				
ML	1.8.1 ZANJA 1,2 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	5	158,16 €	790,80 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 1			
ML	1.8.2 ZANJA 1,0 x 2,1 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	8	201,30 €	1.610,40 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 2,1 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 4 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 2			
ML	1.8.3 ZANJA 0,9 x 1,20 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	50	86,27 €	4.313,50 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,20 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 3			
ML	1.8.4 ZANJA 1,0 x 0,9 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	14	86,27 €	1.207,78 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 0,9 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 2 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 4			

ML	1.8.5 ZANJA 1,4 x 0,9 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	8	120,78 €	966,24 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 0,9 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 3 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 5			
ML	1.8.6 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	213	25,16 €	5.359,08 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 6			
ML	1.8.7 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	69	71,89 €	4.960,41 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 7			
ML	1.8.8 ZANJA 0,9 x 1,20 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	30	86,27 €	2.588,10 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,20 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 8			
ML	1.8.9 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	195	71,89 €	14.018,55 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 9			
ML	1.8.10 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	121	25,16 €	3.044,36 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 37. Zanja nº 10			
ML	1.8.11 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	2784	10,47 €	29.148,48 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.8.12 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	278,4	10,47 €	2.914,85 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.8.13 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	928	6,49 €	6.022,72 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.8.14 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	92,8	6,49 €	602,27 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.8.15 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	18	75,55 €	1.359,90 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.8.16 CPM3-D2/2-I CAHORS	28	655,20 €	18.345,60 €
	Caja general de protección y medida, con envoltorio de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.00.01. Dos Contadores monofásicos incluidos. Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos. Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. 2 Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetalicos de hasta 50mm2 de capacidad y con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. 2 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02, y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Fusibles según previsión de potencia incluidos. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Puerta con mirillas de poliéster incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			

UD	1.8.17 CPM3-D/E4*-M-CS CAHORS	2	798,23 €	1.596,46 €
	Caja de Medida y Seccionamiento. Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con ventanillas para lectura de los aparatos de medida. Panel troquelado para contadores monofásicos o trifásicos. Contador trifásico incluido. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. Bases de neutro amovibles de 160A. 3 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A según NI 76.01.02 y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Tres bases tamaño 1, tipo BUC, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. Puerta ciega y puerta con mirillas de poliester incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la apartament eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.8.18 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	4.942,48 €	4.942,48 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.8.19 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas y cajas generales de protección.			
UD	1.8.20 DIETAS OPERARIOS	1	400,00 €	400,00 €
UD	1.8.21 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.8: RED DE BT DEL CT8				106.191,98 €
6.1.9 SUBCAPITULO 1.9: RED DE BT DEL CT9		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
ML	1.9.1 ZANJA 0,9 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	42	118,62 €	4.982,04 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 38.Zanja nº 1			
ML	1.9.2 ZANJA 1,0 x 2,1 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	7	201,30 €	1.409,10 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 2,1 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 4 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 38. Zanja nº 2			
ML	1.9.3 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	43	50,32 €	2.163,76 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 38.Zanja nº 3			
ML	1.9.4 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	14	50,32 €	704,48 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 38.Zanja nº 4			
ML	1.9.5 ZANJA 1,0 x 0,9 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	86,27 €	1.294,05 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 0,9 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 2 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 38. Zanja nº 5			
ML	1.9.6 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	236	25,16 €	5.937,76 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 38.Zanja nº 6			

ML	1.9.7 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1713	10,47 €	17.935,11 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.9.8 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	171,3	10,47 €	1.793,51 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.9.9 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	571	6,49 €	3.705,79 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.9.10 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	57,1	6,49 €	370,58 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.9.11 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	9	75,55 €	679,95 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.9.12 CGP-10-250/BUC CAHORS	5	442,95	2.214,75 €
	Caja General de Protección esquema eléctrico nº 10 con 3 bases portafusibles de 250A y neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Panel para montaje de bases BUC y neutro amovible. Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Conexiones eléctricas realizadas con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Placa de protección de partes activas. Puerta ciega de poliéster incluida. Totalmente cableada interiormente y toda la aparatenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.9.13 CPM3-D2/2-I CAHORS	9	655,20 €	5.896,80 €
	Caja general de protección y medida, con envoltorio de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.00.01. Dos Contadores monofásicos incluidos. Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos. Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. 2 Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetalicos de hasta 50mm2 de capacidad y con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. 2 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02. y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Fusibles según previsión de potencia incluidos. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación H07ZR. Puerta con mirillas de poliéster incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparatenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.9.14 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	2.454,38 €	2.454,38 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.9.15 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas y cajas generales de protección.			
UD	1.9.16 DIETAS OPERARIOS	1	200,00 €	200,00 €
UD	1.9.17 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.9: RED DE BT DEL CT9				53.742,06 €
6.1.10 SUBCAPITULO 1.10: RED DE BT DEL CT10		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
ML	1.10.1 ZANJA 1,4 x 2,1 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	7	281,81 €	1.972,67 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 2,1 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 7 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 1			
ML	1.10.2 ZANJA 1,2 x 1,2 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	128	115,03 €	14.723,84 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,2 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 2			

ML	1.10.3 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	3	71,89 €	215,67 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 3			
ML	1.10.4 ZANJA 1,4 x 2,1 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	9	281,81 €	2.536,29 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 2,1 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 4 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 4			
ML	1.10.5 ZANJA 1,2 x 0,95 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	139	91,06 €	12.657,34 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,95 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 5			
ML	1.10.6 ZANJA 1,4 x 1,5 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	7	201,30 €	1.409,10 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 1,5 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 3 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 6			
ML	1.10.7 ZANJA 1,2 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	18	158,16 €	2.846,88 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 7			
ML	1.10.8 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	242	25,16 €	6.088,72 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 8			
ML	1.10.9 ZANJA 1,2 x 1,2 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	115,03 €	1.725,45 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,2 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 9			
ML	1.10.10 ZANJA 1,4 x 0,95 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	7	127,49 €	892,43 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 0,95 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 2 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 10			
ML	1.10.11 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	240	25,16 €	6.038,40 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 39. Zanja nº 11			
ML	1.10.12 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	3387	10,47 €	35.461,89 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.10.13 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	338,7	10,47 €	3.546,19 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			

ML	1.10.14 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1129	6,49 €	7.327,21 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.10.15 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	112,9	6,49 €	732,72 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.10.16 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	21	75,55 €	1.586,55 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.10.17 CPM3-D2/2-I CAHORS	26	655,20 €	17.035,20 €
	Caja general de protección y medida, con envoltorio de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.00.01. Dos Contadores monofásicos incluidos. Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos. Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. 2 Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetallicos de hasta 50mm2 de capacidad y con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. 2 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02. y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetallicos de hasta 240 mm2. Fusibles según previsión de potencia incluidos. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7ZR. Puerta con mirillas de poliester incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.10.18 CPM3-D/E4/-M-CS CAHORS	1	798,23 €	798,23 €
	Caja de Medida y Seccionamiento. Envoltorio de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con ventanillas para lectura de los aparatos de medida. Panel troquelado para contadores monofásicos o trifásicos. Contador trifásico incluido. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. Bases de neutro amovibles de 160A. 3 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A según NI 76.01.02 y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetallicos de hasta 240 mm2. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7ZR. Tres bases tamaño 1, tipo BUC, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetallicos de hasta 240 mm2. Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. Puerta ciega y puerta con mirillas de poliester incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.10.19 CAP-1210 CAHORS	1	2.789,00 €	2.789,00 €
	Armario de Alumbrado Público de medidas 1250 x 1000 x 300 mm e IP55. Abertura inferior. Incorpora cerraduras de triple acción con llave normalizada. Base de Poliéster. Con TMF 1 reducido. Parte Izquierda del Armario: protección y medida del equipo. TMF1 Reducido. Parte Derecha del Armario: alojamiento del cuadro de protección y maniobra de circuitos de alumbrado. Armarios fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035. Resistente al fuego s/n UNE EN 60 695-2-1/0. Grado de protección contra polvo/agua IP55. Grado de protección impactos IK10. Materiales no higroscópicos. Absorción de humedad prácticamente nula. Material autoextinguible, alta resistencia a la llamas, estable entre -18 a 150 °C. Bisagras interiores que toleran la apertura de la puerta 180°. Junta de estanquidad de poliuretano espumada. Reloj programable y sistema de control de intensidad de luz mediante un dimmer incluidos. Toda la protección de los circuitos de alumbrado incluida. Totalmente cableado interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalado, cableado y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.10.20 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	6.019,19 €	6.019,19 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanquidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubrificantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.10.21 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas y cajas generales de protección.			
UD	1.10.22 DIETAS OPERARIOS	1	480,00 €	480,00 €
UD	1.10.23 COMPROBACIONES, MEDICIONES, ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.10: RED DE BT DEL CT10				128.882,97 €

		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.11 SUBCAPITULO 1.11: RED DE BT DEL CT11				
ML	1.11.1 ZANJA 0,9 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	87	118,62 €	10.319,94 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 40. Zanja nº 1			
ML	1.11.2 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	7	50,32 €	352,24 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 40. Zanja nº 2			
ML	1.11.3 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	22	25,16 €	553,52 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 40. Zanja nº 3			
ML	1.11.4 ZANJA 1,0 x 0,45 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	43,14 €	647,10 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 0,45 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 1 tubo DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubo. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 40. Zanja nº 4			
ML	1.11.5 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	17	71,89 €	1.222,13 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 40. Zanja nº 5			
ML	1.11.6 ZANJA 1,2 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	33	158,16 €	5.219,28 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 40. Zanja nº 6			
ML	1.11.7 ZANJA 1,4 x 1,5 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	12	201,30 €	2.415,60 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 1,5 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 4 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 40. Zanja nº 7			
ML	1.11.8 ZANJA 1,2 x 1,35 m + 1,7 x 0,3 EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	27	170,14 €	4.593,78 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,35 m de anchura + zanja para acometida MT abonada de 1,7 m de profundidad y 0,3 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 40. Zanja nº 8			
ML	1.11.9 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1572	10,47 €	16.458,84 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.11.10 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	157,2	10,47 €	1.645,88 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.11.11 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	524	6,49 €	3.400,76 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.11.12 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	52,4	6,49 €	340,08 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			

UD	1.11.13 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	6	75,55 €	453,30 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición ductil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.11.14 CPM3-D/E4/-M-CS CAHORS	1	798,23 €	798,23 €
	Caja de Medida y Seccionamiento. Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con ventanillas para lectura de los aparatos de medida. Panel troquelado para contadores monofásicos o trifásicos. Contador trifásico incluido. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. Bases de neutro amovibles de 160A. 3 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A según NI 76.01.02 y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalíticos de hasta 240 mm2. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Tres bases tamaño 1, tipo BUC, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalíticos de hasta 240 mm2. Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. Puerta ciega y puerta con mirillas de poliéster incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.11.15 CGP-10-250/BUC CAHORS	9	442,95	3.986,55 €
	Caja General de Protección esquema eléctrico nº 10 con 3 bases portafusibles de 250A y neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Panel para montaje de bases BUC y neutro amovible. Envolvente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Conexiones eléctricas realizadas con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetalíticos de hasta 240 mm2. Placa de protección de partes activas. Puerta ciega de poliéster incluida. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.11.16 CPM3-D2-1 CAHORS	2	655,20 €	1.310,40 €
	Caja general de protección y medida, con envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.00.01. Dos Contadores monofásicos incluidos. Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos. Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. 2 Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetalíticos de hasta 50mm2 de capacidad y con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. 2 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02. y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalíticos de hasta 240 mm2. Fusibles según previsión de potencia incluidos. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Puerta con mirillas de poliéster incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.11.17 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	2.685,88 €	2.685,88 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.11.18 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas y cajas generales de protección.			
UD	1.11.19 DIETAS OPERARIOS	1	200,00 €	200,00 €
UD	1.11.20 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.11: RED DE BT DEL CT11				58.603,51 €

		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.12 SUBCAPITULO 1.12: RED DE BT DEL CT12				
ML	1.12.1 ZANJA 1,2 x 1,70 m + 1,7 x 0,3 EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	26	203,69 €	5.295,94 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 1,70 m de anchura + zanja para acometida MT abonado de 1,7 m de profundidad y 0,3 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 41.Zanja nº 1			
ML	1.12.2 ZANJA 0,9 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	68	118,62 €	8.066,16 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 41.Zanja nº 2			
ML	1.12.3 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	63	50,32 €	3.170,16 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 41.Zanja nº 3			
ML	1.12.4 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1314	10,47 €	13.757,58 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.12.5 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	131,4	10,47 €	1.375,76 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.12.6 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	438	6,49 €	2.842,62 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.12.7 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	43,8	6,49 €	284,26 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.12.8 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	4	75,55 €	302,20 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.12.9 CGP-10-250/BUC CAHORS	8	442,95	3.543,60 €
	Caja General de Protección esquema eléctrico nº 10 con 3 bases portafusibles de 250A y neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Panel para montaje de bases BUC y neutro amovible. Envolvente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Conexiones eléctricas realizadas con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos de hasta 240 mm2. Placa de protección de partes activas. Puerta ciega de poliéster incluida. Totalmente cableada interiormente y toda la aparaenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.12.10 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	1.931,91 €	1.931,91 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.12.11 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas y cajas generales de protección.			
UD	1.12.12 DIETAS OPERARIOS	1	160,00 €	160,00 €
UD	1.12.13 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.12: RED DE BT DEL CT12				42.730,19 €

		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.13 SUBCAPITULO 1.13: RED DE BT DEL CT13				
ML	1.13.1 ZANJA 0,9 x 1,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	69	118,62 €	8.184,78 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 1,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 42.Zanja nº 1			
ML	1.13.2 ZANJA 0,9 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	75	50,32 €	3.774,00 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 42.Zanja nº 2			
ML	1.13.3 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	1233	10,47 €	12.909,51 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.13.4 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	123,3	10,47 €	1.290,95 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.13.5 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	411	6,49 €	2.667,39 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.13.6 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	41,1	6,49 €	266,74 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.13.7 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	4	75,55 €	302,20 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.13.8 CGP-10-250/BUC CAHORS	8	442,95	3.543,60 €
	Caja General de Protección esquema eléctrico nº 10 con 3 bases portafusibles de 250A y neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Panel para montaje de bases BUC y neutro amovible. Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Conexiones eléctricas realizadas con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos de hasta 240 mm2. Placa de protección de partes activas. Puerta ciega de poliéster incluida. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.13.9 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	1.646,95 €	1.646,95 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.13.10 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas y cajas generales de protección.			
UD	1.13.11 DIETAS OPERARIOS	1	160,00 €	160,00 €
UD	1.13.12 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.13: RED DE BT DEL CT13				36.746,12 €

		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.1.14 SUBCAPITULO 1.14: RED DE BT DEL CT14				
ML	1.14.1 ZANJA 1,2 x 0,7 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	20	67,10 €	1.342,00 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,7 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 43. Zanja nº 1			
ML	1.14.2 ZANJA 1,0 x 0,90 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	14	86,27 €	1.207,78 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 0,90 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 2 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 43. Zanja nº 2			
ML	1.14.3 ZANJA 1,0 x 0,45 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	14	43,14 €	603,96 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 0,45 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 1 tubo DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubo. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 43. Zanja nº 3			
ML	1.14.4 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	399	25,16 €	10.038,84 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 43. Zanja nº 4			
ML	1.14.5 ZANJA 1,4 x 1,3 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	7	174,45 €	1.221,15 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 1,3 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 3 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 43. Zanja nº 5			
ML	1.14.6 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	292	71,89 €	20.991,88 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 43. Zanja nº 6			
ML	1.14.7 ZANJA 1,4 x 0,65 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	10	87,23 €	872,30 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,4 m de profundidad y 0,65 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 2 tubos DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubos. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 43. Zanja nº 7			
ML	1.14.8 ZANJA 1,0 x 0,45 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	12	43,14 €	517,68 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,0 m de profundidad y 0,45 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 1 tubo DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubo. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 43. Zanja nº 8			
ML	1.14.9 ZANJA 0,9 x 0,35 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	130	25,16 €	3.270,80 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 0,9 m de profundidad y 0,35 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 43. Zanja nº 9			

ML	1.14.10 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	2811	10,47 €	29.431,17 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.14.11 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	281,1	10,47 €	2.943,12 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
ML	1.14.12 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	937	6,49 €	6.081,13 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra			
ML	1.14.13 CABLE AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN	93,7	6,49 €	608,11 €
	Suministro y transporte de cable AL XZ1(S) 1x150 mm2 0,6/1 KV hasta el lugar de la obra (10% imprevistos)			
UD	1.14.14 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	23	75,55 €	1.737,65 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.14.15 CPM3-D2/2-1 CAHORS	35	655,20 €	22.932,00 €
	Caja general de protección y medida, con envoltorio de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER, con capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.00.01. Dos Contadores monofásicos incluidos. Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos. Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. 2 Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetalicos de hasta 50mm2 de capacidad y con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. 2 Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160 A, según NI 76.01.02. y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable para el conexionado de terminales bimetalicos de hasta 240 mm2. Fusibles según previsión de potencia incluidos. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm2 para la potencia y 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7ZR. Puerta con mirillas de poliéster incluida. Fusibles según la potencia prevista incluidos. Totalmente cableada interiormente y toda la aparamenta eléctrica y accesorios necesarios incluidos, así como pica de puesta a tierra, capuchones de entrada y salida de cables, tornillería, etc. Base, nicho, zócalo o plataforma de hormigón armado incluida. Totalmente instalada, cableada y conectada a la red. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.14.16 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	5.189,98 €	5.189,98 €
	Terminales de cables de 240 mm2, 150 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas y en CGPs. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	1.14.17 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado, instalación de arquetas y cajas generales de protección.			
UD	1.14.18 DIETAS OPERARIOS	1	400,00 €	400,00 €
UD	1.14.19 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	2.000,00 €	2.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 1.14: RED DE BT DEL CT14				111.389,55 €
TOTAL CAPITULO 1: RED DE BAJA TENSION				1.027.271,61 €
6.2 CAPÍTULO 2: RED DE MEDIA TENSION				
6.2.1 SUBCAPITULO 2.1: ACOMETIDA GENERAL DE MEDIA TENSION		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ML	2.1.1 ZANJA 1,25 x 0,45 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	53,92 €	808,80 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,25 m de profundidad y 0,45 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 1 tubo DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubo. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 44. Zanja nº 1			
ML	2.1.2 CABLE AL EPROTENAX H COMPACT HEPZ1 1x240 mm2 12/20 KV PRYSMIAN	89	26,87 €	2.391,43 €
	Suministro y transporte de cable AL HEPZ1 1x240 mm2 12/20 KV hasta el lugar de la obra. Cable para acometida general de 15 metros de longitud + la bajada de cables por entronque A/S de 12 metros + 10% de imprevistos			
UD	2.1.3 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	1	75,55 €	75,55 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	2.1.4 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	163,79 €	163,79 €
	Terminales enchufables de cables de 240 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	2.1.5 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado e instalación de arquetas.			
UD	2.1.6 DIETAS OPERARIOS	1	40,00 €	40,00 €
UD	2.1.7 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	500,00 €	500,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 2.1: ACOMETIDA GENERAL DE MEDIA TENSION				3.979,57 €

		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.2.2 SUBCAPITULO 2.2: ANILLO DE MEDIA TENSIÓN				
ML	2.2.1 ZANJA 1,25 x 0,45 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	179	53,92 €	9.651,68 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,25 m de profundidad y 0,45 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 1 tubo DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubo. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 44. Zanja nº 2			
ML	2.2.2 ZANJA 1,2 x 0,4 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	206	38,34 €	7.898,04 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,4 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 44. Zanja nº 3			
ML	2.2.3 ZANJA 1,2 x 0,75 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	50	71,89 €	3.594,50 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 44. Zanja nº 4			
ML	2.2.4 ZANJA 1,2 x 0,75 m + 1,7 x 0,3 EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	112,63 €	1.689,45 €
	Canalización subterránea bajo acera peatonal formada por zanja de 1,2 m de profundidad y 0,75 m de anchura + zanja para acometida MT abonado de 1,7 m de profundidad y 0,3 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, lecho de arena del río para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, cinta de señalización de los cables, placa de protección de cables, tendido de cables. Sellada y cubierta por pavimento de baldosa peatonal. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 44. Zanja nº 5			
ML	2.2.5 CABLE AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 1x240 mm2 12/20 KV PRYSMIAN	8055	26,87 €	216.437,85 €
	Suministro y transporte de cable AL HEPRZ1 1x240 mm2 12/20 KV hasta el lugar de la obra.			
ML	2.2.6 CABLE AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 1x240 mm2 12/20 KV PRYSMIAN	805,5	26,87 €	21.643,79 €
	Suministro y transporte de cable AL HEPRZ1 1x240 mm2 12/20 KV hasta el lugar de la obra. (10% imprevistos)			
UD	2.2.7 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	18	75,55 €	1.359,90 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	2.2.8 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	13.113,76 €	13.113,76 €
	Terminales enchufables de cables de 240 mm2. Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	2.2.9 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado e instalación de arquetas.			
UD	2.2.10 DIETAS OPERARIOS	1	200,00 €	200,00 €
UD	2.2.11 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	4.000,00 €	4.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 2.2: ANILLO DE MEDIA TENSIÓN				279.588,97 €
6.2.3 SUBCAPITULO 2.3: ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN HASTA ABONADO				
ML	2.3.1 ZANJA 1,75 x 0,45 m EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS	15	75,49 €	1.132,35 €
	Canalización subterránea bajo calzada de asfalto formada por zanja de 1,75 m de profundidad y 0,45 m de anchura, incluyendo excavación por medios mecánicos, retirada de sobrantes a vertedero, hormigón H125 para asiento de cables, relleno de zahorra compactada, 1 tubo DRL AISCAN de PVC de 160 mm de diametro rellenos con aglomerados especiales y sellados por ambos extremos, tendido de cables bajo tubo. Sellada y cubierta por pavimento de asfalto de calzada. Totalmente terminada. Mano de Obra Incluida. Alquiler de medios mecánicos incluidos. Transporte de material necesario hasta el lugar de la obra incluido. Plano 44. Zanja nº 6			
ML	2.3.2 CABLE AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 1x150 mm2 12/20 KV PRYSMIAN	1452	21,72 €	31.537,44 €
	Suministro y transporte de cable AL HEPRZ1 1x150 mm2 12/20 KV hasta el lugar de la obra.			
ML	2.3.3 CABLE AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 1x150 mm2 12/20 KV PRYSMIAN	145,2	21,72 €	3.153,74 €
	Suministro y transporte de cable AL HEPRZ1 1x150 mm2 12/20 KV hasta el lugar de la obra. (10% imprevistos)			
UD	2.3.4 ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE 40x40 cm	1	75,55 €	75,55 €
	Arqueta de registro prefabricada de hormigón de 40x40 cm, con tapa de fundición dúctil, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			

UD	2.3.5 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	1.794,95 €	1.794,95 €
	Terminales enchufables de cables de 150 mm ² . Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Abrazaderas de cables. Empalmes. Herrajes para tendido de cables en zanjas. Capuchones de entrada y salida de cables de los tubos de protección en zanjas. Bases soporte para tubos de protección. Lubricantes para tendido de cables. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Soportes para cables. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	2.3.6 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida de excavación de zanjas con tendido de cables y su posterior sellado e instalación de arquetas.			
UD	2.3.7 DIETAS OPERARIOS	1	80,00 €	80,00 €
UD	2.3.8 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	1.000,00 €	1.000,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 2.3: ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN HASTA ABONADO				38.774,03 €
TOTAL CAPITULO 2: RED DE MEDIA TENSIÓN				322.342,57 €
6.3 CAPITULO 3: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y REPARTO PFU-5		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.3.1 SUBCAPITULO 3.1: OBRA CIVIL				
UD	3.1.1 EXCAVACIÓN DE FOSO PARA UBICACIÓN DEL TRANSFORMADOR	1	1.315,60 €	1.315,60 €
	Excavación de foso de dimensiones 7580 mm x 3880 mm x 560 mm mediante medios mecánicos para ubicación del transformador. Retirada de sobrantes a vertedero. Relleno con arena de nivelación y zahorra compactada. Alquiler de medios mecánicos incluido. Mano de obra incluida. Plano 47			
UD	3.1.2 ACERA PERIMETRAL DE HORMIGÓN	1	2.234,56 €	2.234,56 €
	Instalación de acera perimetral de hormigón (losa de hormigón) debajo del edificio del centro de reparto que sobresalga 0,75 metros de la proyección vertical del edificio de centro de reparto con dimensiones totales de 7580 mm x 3880 mm x 200 mm. Dentro de la losa se instalará un mallazo electrosoldado de redondos de acero de diametro 4 mm, formando una retícula de 0,3x0,3 metros. El mallazo se conectará a la red de tierras de protección del centro de reparto y quedará recubierto por un espesor de hormigón de 10 cm. Se creará así una superficie equipotencial y las tensiones de paso y de contacto se anularán en el interior del centro de reparto. Mano de obra incluida. Transporte de material hasta el lugar de la obra incluido. Alquiler de hormigonera y aparato de soldadura incluido. Plano 47			
UD	3.1.3 EDIFICIO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y REPARTO: PFU-5/20	1	11.825,00 €	11.825,00 €
	Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos accesorios exteriores como rejillas de ventilación, etc. según CEI 622171-202.			
UD	3.1.4 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	768,76 €	768,76 €
	Tornillería y tuercas. Herrajes de sujeción. Juntas de estanqueidad. Empalmes y terminales. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Material de Seguridad. Transporte hasta lugar de la obra incluido.			
UD	3.1.5 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en el precio unitario de cada partida.			
UD	3.1.6 DIETAS OPERARIOS	1	120,00 €	120,00 €
UD	3.1.7 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	500,00 €	500,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 3.1: OBRA CIVIL				16.763,92 €
6.3.2 SUBCAPITULO 3.2: EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
UD	3.2.1 CELDA DE ENTRADA DE LÍNEA CGMCOSMOS-L	1	2.675,00 €	2.675,00 €
	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B			
UD	3.2.2 CELDA DE SALIDA DE LÍNEA CGMCOSMOS-2LP	4	2.705,00 €	10.820,00 €
	Celda compacta (RMU) con dos funciones de línea y una de protección con fusibles, que incluye tanto las prestaciones de las celdas de línea como la de protección, albergadas en una única cuba. Fusibles de protección de línea incluidos. Extensibilidad: derecha, izquierda, ambos lados o ninguna. Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B			

UD	3.2.3 CELDA DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS CGMCOSMOS-S	1	2.675,00 €	2.675,00 €
	Celda de interruptor pasante o celda de seccionamiento de compañía. Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 450 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B			
UD	3.2.4 CELDA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR CGMCOSMOS-P	1	3.500,00 €	3.500,00 €
	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando (fusibles): manual tipo BR. Fusibles de protección del transformador incluidos.			
UD	3.2.5 PROTECCIONES ADICIONALES DEL TRANSFORMADOR	1	3.568,45 €	3.568,45 €
	Rele de protección del transformador (Sistema RPTA) que tiene las siguientes funciones de protección: Sobreintensidad [51], Homopolar [50N] y Sobrecalentamientos (disparo externo por termostato). Captadores toroidales incluidos. Mecanismo disparador biestable incluido y relé electrónico modelo 3000 de Ormazabal incluidos.			
UD	3.2.6 PUENTES DE MEDIA TENSIÓN HASTA TRANSFORMADOR	1	1.175,00 €	1.175,00 €
	CABLE AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 1x50 mm2 12/20 KV PRYSMIAN empleando 3 cables de 10 metros de longitud cada uno y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.			
UD	3.2.7 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	1.220,67 €	1.220,67 €
	Conexiones entre celdas ORMALINK. Tapas cubrebombas especiales. Indicador integrado de presencia de tensión. Captadores de fase. Palancas de accionamiento. Terminales Enchufables EUROMOLD K-400TB. Pasatapas laterales. Puentes de cables.			
UD	3.2.8 MANO DE OBRA	1	1.000,00 €	1.000,00 €
	Montaje y conexión de celdas de media tensión. Instalación del relé de protección sistema RPTA. Instalación de captadores toroidales. Instalación de termostato. Conexión de puentes de media tensión.			
UD	3.2.9 DIETAS OPERARIOS	1	120,00 €	120,00 €
UD	3.2.10 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	500,00 €	500,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 3.2: EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN				27.254,12 €
		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.3.3 SUBCAPITULO 3.3: EQUIPO DE POTENCIA				
UD	3.3.1 TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE 400 KVA	1	9.450,00 €	9.450,00 €
	Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una sonda PT100 o termopar para protección térmica.			
UD	3.3.2 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	628,73 €	628,73 €
	Terminales de cables para pasatapas del transformador. Pozo apagafuegos de recogida de aceite cubierto de grava de capacidad de 600 litros.			
UD	3.2.8 MANO DE OBRA	1	250,00 €	250,00 €
	Montaje y conexión del transformador			
UD	3.2.9 DIETAS OPERARIOS	1	20,00 €	20,00 €
UD	3.2.10 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	100,00 €	100,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 3.3: EQUIPO DE POTENCIA				10.448,73 €
		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.3.4 SUBCAPITULO 3.4: EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN				
UD	3.4.1 CUADRO DE BAJA TENSIÓN CBTO	1	2.975,00 €	2.975,00 €
	Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con 5 salidas con fusibles, salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria. Fusibles incluidos según proyecto.			
UD	3.4.2 PUENTES DE BAJA TENSIÓN	1	1.050,00 €	1.050,00 €
	Juego de cables AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm2 0,6/1 KV PRYSMIAN aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), sin armadura, formados por un grupo de cables en la cantidad de 3 x fase y 2 x neutro de 2,5 metros de longitud.			
UD	3.4.3 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	280,32 €	280,32 €
	Terminales para cables de 240 mm2 para conexionado del CBTO al transformador.			
UD	3.4.4 MANO DE OBRA	1	700,00 €	700,00 €
	Montaje y conexión del CBTO al secundario del transformador mediante puentes de baja tensión. Conexión de los anillos de BT al CBTO. Instalación fusibles de BT para los anillos.			
UD	3.4.5 DIETAS OPERARIOS	1	20,00 €	20,00 €
UD	3.4.6 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	300,00 €	300,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 3.4: EQUIPO DE BAJA TENSIÓN				5.325,32 €

		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.3.5 SUBCAPITULO 3.5: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				
UD	3.5.1 TIERRAS EXTERIORES DE PROTECCIÓN	1	1.285,00 €	1.285,00 €
	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación y reparto PFU-5, debidamente montada y conexcionada a las tierras interiores de protección. Mano de obra incluida. Transporte de Material hasta el lugar de la obra incluido. Empleando conductor de cobre desnudo de 50 mm2. El conductor de cobre está unido a picas de acero galvanizado de 14 mm de diámetro. El electrodo tiene las siguientes características: • Geometría: Anillo rectangular • Profundidad: 0,5 m • Número de picas: cuatro • Longitud de picas: 2 metros • Dimensiones del rectángulo: 7.0x2.5 m • Diametro picas: 14 mm			
UD	3.5.2 TIERRAS INTERIORES DE PROTECCIÓN	1	925,00 €	925,00 €
	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación y reparto PFU-5, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm2, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y BT y demás apartameta de este edificio, así como rejillas y puertas metálicas y CBTO a una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Mano de Obra Incluida. Transporte de Material hasta el lugar de la obra incluido.			
UD	3.5.3 TIERRAS EXTERIORES DE SERVICIO	1	925,00 €	925,00 €
	Tierra de servicio o neutro del transformador del edificio de transformación y reparto PFU-5, debidamente montada y conexcionada a las tierras interiores de servicio. Mano de obra incluida. Transporte del material hasta el lugar de la obra incluido. Instalación exterior realizada con conductor de cobre desnudo de 50 mm2 que interconecta las picas de acero galvanizado de 14 mm de diametro. Dicho electrodo está conectado al neutro del transformador mediante un cable de cobre de 50 mm2 con aislamiento 0,6/1 KV y 11,94 metros de longitud y protegido bajo tubo de PVC de diametro 160 mm. El electrodo tiene las siguientes características: • Geometría: Picas alineadas • Profundidad: 0,5 m • Número de picas: dos • Longitud de picas: 2 metros • Distancia entre picas: 3 metros			
UD	3.5.4 TIERRAS INTERIORES DE SERVICIO	1	630,00 €	630,00 €
	Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación y reparto PFU-5, con el conductor de cobre aislado de 50 mm2 y aislamiento 0,6/1 KV, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta el lugar de la obra incluido.			
UD	3.5.5 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	188,25 €	188,25 €
	Terminales para cables de 50 mm2. Grapas. Herrajes de Sujeción. Abrazaderas.			
UD	3.5.6 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en montaje e instalación de red de tierras de protección y servicio.			
UD	3.5.7 DIETAS OPERARIOS	1	80,00 €	80,00 €
UD	3.5.8 COMPROBACIONES, MEDICIONES, ENSAYOS.	1	500,00 €	500,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 3.5: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				4.533,25 €
		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.3.6 SUBCAPITULO 3.6: VARIOS				
UD	3.6.1 PROTECCIÓN METÁLICA PARA DEFENSA DEL TRANSFORMADOR	1	233,00 €	233,00 €
	Rejillas metálicas para protección del transformador contra roedores. Totalmente instalada y conectada a la pat de protección interior. Mano de obra incluida. Transporte hasta el lugar de la obra incluido.			
UD	3.6.2 EQUIPOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR	1	600,00 €	600,00 €
	Equipo de iluminación compuesto de: • Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT, BT y transformador. • Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local. Totalmente instalados. Mano de obra incluida.			
UD	3.6.3 EQUIPOS DE SEGURIDAD Y MANIOBRA	1	700,00 €	700,00 €
	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: • Banquillo aislante • Par de guantes de amianto • Extintor de eficacia 89B • Una palanca de accionamiento • Armario de primeros auxilios			
UD	3.6.4 TUBOS DE PVC DE 160 MM	8	50,00 €	400,00 €
	8 Tubos de PVC de 160 mm de diametro para la entrada de acometida general de MT y las 3 salidas de MT y 4 salidas de BT. Rellenos con aglomerados especiales. Conectados a los orificios de entrada y salida para cables en el edificio de transformación y reparto PFU-5. Mano de obra de instalación incluida.			

UD	3.6.5 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	96,65 €	96,65 €
	Grapas. Herrajes de Sujeción. Abrazaderas. Tornillería.			
UD	3.6.6 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en montaje e instalación de rejilla de protección, alumbrado y tubos de protección			
UD	3.6.7 DIETAS OPERARIOS	1	40,00 €	40,00 €
UD	3.6.8 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	50,00 €	50,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 3.6: VARIOS				2.119,65 €
		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.3.6 SUBCAPITULO 3.7: TRANSPORTE DEL EDIFICIO PFU-5 HASTA LUGAR DE LA OBRA				
UD	3.7.1 TRANSPORTE DEL EDIFICIO PFU-5 HASTA LUGAR DE LA OBRA	1	500,00 €	500,00 €
	Transporte del edificio PFU-5 hasta el lugar de la obra. Incluido celdas de Media Tensión. Cuadro de Baja Tensión y toda la aparamenta necesaria voluminosa. Alquiler de Grúa Incluido. Mantaje del edificio en el foso excavado.			
TOTAL SUBCAPITULO 3.7: TRANSPORTE DEL EDIFICIO PFU-5 HASTA LUGAR DE LA OBRA				500,00 €
TOTAL CAPÍTULO 3: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y REPARTO PFU-5				66.944,99 €
6.4 CAPÍTULO 4: CENTROS DE TRANSFORMACION miniBLOK		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6.4.1 SUBCAPITULO 4.1: OBRA CIVIL, APARAMENTA MT Y BT INTERIOR				
UD	4.1.1 EXCAVACIÓN DE FOSO PARA UBICACIÓN DEL TRANSFORMADOR	13	886,19 €	11.520,47 €
	Excavación de foso de dimensiones 4300 mm x 4300 mm x 600 mm mediante medios mecanicos para ubicación del transformador. Retirada de sobrantes a vertedero. Relleno con arena de nivelación y zahorra compactada. Alquiler de medios mecánicos incluido. Mano de obra incluida. Plano 48			
UD	4.1.2 ACERA PERIMETRAL DE HORMIGÓN	13	1.276,89 €	16.599,57 €
	Instalación de acera perimetral de hormigón (losa de hormigón) debajo del edificio del centro de transformación que sobresalga 1,00 metros de la proyección vertical del edificio de centro de transformación con dimensiones totales de 4100 mm x 4100 mm x 200 mm. Dentro de la losa se instalará un mallazo electrosoldado de redondos de acero de diametro 4 mm, formando una retícula de 0,3x0,3 metros. El mallazo se conectará a la red de tierras de protección del centro de transformación y quedará recubierto por un espesor de hormigón de 10 cm. Se creará así una superficie equipotencial y las tensiones de paso y de contacto se anularán en el interior del centro de transformación. Mano de obra incluida. Transporte de material hasta el lugar de la obra incluido. Alquiler de hormigonera y aparato de soldadura incluido. Plano 48			
UD	4.1.3 EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN miniBLOK-24	13	28.525,00 €	370.825,00 €
	Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBLOK - 24, de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores como rejillas de ventilación, etc según RU-1303A y aparamenta eléctrica interior que esta formada sobre un bastidor por los siguientes elementos: Celdas Compactas de Media Tensión CGMCOSMOS E/S1,E/S2,PT1: CGMCOSMOS-2LP Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1300 mm • Mando 1: manual tipo B • Mando 2: manual tipo B • Mando (fusibles): manual tipo BR. Fusibles de protección del trafo incluidos.			
	Relé de protección del transformador (Sistema ekoRPT) que tiene las siguientes funciones de protección: Sobreintensidad [51], Homopolar [50N] y Sobre calentamientos (disparo externo por termostato). Captadores toroidales incluidos. Mecanismo disparador biestable incluido y relé electrónico modelo 3000 de Ormazabal incluidos.			
	Puentes de Media Tensión CABLE AL EPROTENAX H COMPACT HEPRZ1 1x50 mm2 12/20 KV PRYSMIAN empleando 3 cables de 3 metros de longitud cada uno y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.			
	Equipo de potencia Transformador aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye una sonda PT100 o termopar para protección térmica.			
	Cuadro de Baja Tensión Cuadro BT - B2: CBTO Cuadro de BT con 5 salidas con fusibles especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. Fusibles NH de baja tensión incluidos según proyecto.			

	Puentes de Baja Tensión Juego de cables AL VOLTALENE FLAMEX(S) XZ1(S) 1x240 mm ² 0,6/1 KV PRYSMIAN aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), sin armadura, formados por un grupo de cables en la cantidad de 3 x fase y 2 x neutro de 2,5 metros de longitud.			
	Equipos de Iluminación en el edificio de transformación Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.			
	Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: • Par de guantes de amianto • Una palanca de accionamiento			
UD	4.1.4 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	13	1.534,40 €	19.947,20 €
	Tomillería y tuercas. Herrajes de sujeción de cables. Grapas y Abrazaderas. Juntas de estanqueidad. Empalmes y terminales. Disolventes para limpieza de cables y equipos eléctricos. Material de Seguridad. Conexiones entre celdas ORMALINK. Tapas cubrebombas especiales. Indicador integrado de presencia de tensión. Captadores de fase. Palancas de accionamiento. Terminales enchufables acodados EUROMOLD de 24 KV modelo K158LR. Terminales de cables para pasatapas del transformador. Pozo apagafuegos de recogida del aceite de 400 litros de capacidad. y cubierto de grava. Terminales para cables de 240 mm ² para conexionado del CBTO al secundario del transformador. Rejillas metálicas para protección del transformador contra roedores y conectada a pat de protección interior. 6 Tubos de PVC de 160 mm de diametro para la entrada y salida de cables de MT y BT rellenos con aglomerados especiales y conectados a los orificios de entrada y salida para cables en el edificio de transformación miniBLOK.			
UD	4.1.5 MANO DE OBRA	13	1.000,00 €	13.000,00 €
	Montaje y conexión de celdas de media tensión. Instalación de relé de protección sistema RPTA. Instalación de captadores toroidales. Instalación del termostato. Conexión de puentes de media tensión. Montaje y conexión del CGBO al secundario del transformador mediante puentes de baja tensión. Conexiones del transformador al anillo de MT y conexiones de las salidas de los anillos de BT.			
UD	4.1.6 DIETAS OPERARIOS	13	120,00 €	1.560,00 €
UD	4.1.7 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	13	500,00 €	6.500,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 4.1: OBRA CIVIL. APARAMENTA MT Y BT INTERIOR				439.952,24 €
6.4.2 SUBCAPITULO 4.2: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
UD	4.2.1 TIERRAS EXTERIORES DE PROTECCIÓN	13	1.285,00 €	16.705,00 €
	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación miniBLOK, debidamente montada y conexionada a las tierras interiores de protección. Mano de obra incluida. Transporte de Material hasta el lugar de la obra incluido. Empleando conductor de cobre desnudo de 50 mm ² . El conductor de cobre está unido a picas de acero galvanizado de 14 mm de diámetro. El electrodo tiene las siguientes características: • Geometría: Anillo rectangular • Profundidad: 0,5 m • Número de picas: cuatro • Longitud de picas: 2 metros • Dimensiones del rectángulo: 3.0x3.0 m • Diametro picas: 14 mm			
UD	4.2.2 TIERRAS INTERIORES DE PROTECCIÓN	13	925,00 €	12.025,00 €
	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación miniBLOK, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y BT y demás aparamenta de este edificio, así como rejillas y puertas metálicas y CBTO a una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Mano de Obra Incluida. Transporte de Material hasta el lugar de la obra incluido.			

UD	4.2.3 TIERRAS EXTERIORES DE SERVICIO	13	925,00 €	12.025,00 €
	Tierra de servicio o neutro del transformador del edificio de transformación miniBLOK, debidamente montada y conexionada a las tierras interiores de servicio. Mano de obra incluida. Transporte del material hasta el lugar de la obra incluido. Instalación exterior realizada con conductor de cobre desnudo de 50 mm2 que interconecta las picas de acero galvanizado de 14 mm de diametro. Dicho electrodo está conectado al neutro del transformador mediante un cable de cobre de 50 mm2 con aislamiento 0,6/1 KV y 11,94 metros de longitud y protegido bajo tubo de PVC de diametro 160 mm. El electrodo tiene las siguientes características: • Geometría: Picas alineadas • Profundidad: 0,5 m • Número de picas: dos • Longitud de picas: 2 metros • Distancia entre picas: 3 metros • Diametro picas: 14 mm			
UD	4.2.4 TIERRAS INTERIORES DE SERVICIO	13	630,00 €	8.190,00 €
	Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación miniBLOK, con el conductor de cobre aislado de 50 mm2 y aislamiento 0,6/1 KV, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. Mano de Obra Incluida. Transporte hasta el lugar de la obra incluido.			
UD	4.2.5 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	13	188,25 €	2.447,25 €
	Terminales para cables de 50 mm2. Grapas. Herrajes de Sujeción. Abrazaderas.			
UD	4.2.6 MANO DE OBRA	13	- €	- €
	Incluida en montaje e instalación de red de tierras de protección y servicio.			
UD	4.2.7 DIETAS OPERARIOS	13	80,00 €	1.040,00 €
UD	4.2.8 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	13	500,00 €	6.500,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 4.2: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				58.932,25 €
6.4.3 SUBCAPITULO 4.3: TRANSPORTE DEL EDIFICIO miniBLOK HASTA LUGAR DE LA OBRA		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
UD	3.7.1 TRANSPORTE DEL EDIFICIO miniBLOK HASTA LUGAR DE LA OBRA	13	500,00 €	6.500,00 €
	Transporte del edificio miniBLOK hasta el lugar de la obra. Incluido celdas de Media Tensión. Cuadro de Baja Tensión y toda la apareamiento necesaria voluminosa. Alquiler de Grúa Incluido. Mantaje del edificio en el foso excavado.			
TOTAL SUBCAPITULO 4.3: TRANSPORTE DEL EDIFICIO miniBLOK HASTA LUGAR DE LA OBRA				6.500,00 €
TOTAL CAPITULO 4: CENTROS DE TRANSFORMACION miniBLOK				505.384,49 €
6.5 CAPÍTULO 5: ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6.5.1 SUBCAPITULO 5.1: OBRA CIVIL				
UD	5.1.1 EXCAVACIÓN DE FOSO PARA UBICACIÓN DEL ENTRONQUE	1	191,93 €	191,93 €
	Excavación de foso de dimensiones 1080 mm x 1080 mm x 2060 mm mediante medios mecanicos para ubicación del entronque. Retirada de sobrantes a vertedero. Alquiler de medios mecánicos incluido. Mano de obra incluida. Plano 52			
UD	5.1.2 CIMENTACIONES DEL ENTRONQUE	1	600,00 €	600,00 €
	Relleno del foso con hormigón para cimentación de apoyo de entronque con un volumen total de hormigón de 2,58 m3. Alquiler de hormigonera incluido. Mano de obra incluida.			
UD	5.1.3 ACERA PERIMETRAL DE HORMIGÓN	1	890,85 €	890,85 €
	Instalación de acera perimetral de hormigón (losa de hormigón) debajo del entronque que sobresalga 1,00 metros de la proyección vertical del mismo de con dimensiones aproximadas de 3000 mm x 3000 mm x 200 mm. Dentro de la losa se instalará un mallazo electrosoldado de redondos de acero de diametro 4 mm, formando una reticula de 0,3x0,3 metros. El mallazo se conectará a la red de tierras de protección del entronque y quedará recubierto por un espesor de hormigón de 10 cm. Se creará así una superficie equipotencial y las tensiones de paso y de contacto se anularán dentro de la losa de hormigón. Mano de obra incluida. Transporte de material hasta el lugar de la obra incluido. Alquiler de hormigonera y aparato de soldadura incluido. Plano 51			
UD	5.1.4 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	84,14 €	84,14 €
	Accesorio para encofrado y cimentación. Herrajes metalicos. Tornillería.			
UD	5.1.5 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en excavación de foso, cimentación e instalación de acera perimetral.			
UD	5.1.6 DIETAS OPERARIOS	1	40,00 €	40,00 €
UD	5.1.7 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	100,00 €	100,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 5.1 OBRA CIVIL				1.906,92 €

		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
6.5.2 SUBCAPITULO 5.2: RED DE TIERRAS DE PROTECCIÓN				
UD	5.2.1 RED DE TIERRAS DE PROTECCIÓN	1	1.500,00 €	1.500,00 €
	Instalación de puesta a tierra de protección para el entronque, debidamente montada y conexiónada a las partes metálicas del entronque. Mano de obra incluida. Transporte de Material hasta el lugar de la obra incluido. Empleando conductor de cobre desnudo de 50 mm2 para electrodo horizontal. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. El electrodo tiene las siguientes características (Plano 51): • Geometría: Anillo rectangular • Profundidad: 0,5 m • Número de picas: cuatro • Longitud de picas: 1,5 metros • Dimensiones del rectángulo: 3.0x3.0 m • Diámetro picas: 14 mm			
UD	5.2.2 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	75,00 €	75,00 €
	Terminales para cables de 50 mm2. Grapas de conexión. Herrajes de Sujeción. Abrazaderas. Accesorios soldadura. Tubo de plástico de 30 mm de diámetro.			
UD	5.2.3 MANO DE OBRA	1	- €	- €
	Incluida en montaje e instalación de red de tierras de protección			
UD	5.2.4 DIETAS OPERARIOS	1	40,00 €	40,00 €
UD	5.2.5 COMPROBACIONES, MEDICIONES, ENSAYOS.	1	200,00 €	200,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 5.2: RED DE TIERRAS DE PROTECCIÓN				1.815,00 €
6.5.3 SUBCAPITULO 5.3: APOYO C1000-14E Y CRUCETA RECTA RC1-15S				
UD	5.3.1 APOYO C1000-14E	1	1.432,76 €	1.432,76 €
	Apoyo galvanizado de celosía tipo C1000-14E de 14 metros de altura según UNE 207017.			
UD	5.3.2 CRUCETA RECTA RC1-15S	1	220,32 €	220,32 €
	Cruceta recta tipo RC1-15S galvanizada			
UD	5.3.3 ALQUILER DE MEDIOS DE TRANSPORTE E IZADO	1	250,00 €	250,00 €
	Alquiler de medios de transporte e izado. Incluso izado de apoyo y cruceta sobre el apoyo.			
UD	5.3.4 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	432,23 €	432,23 €
	Tomillería. Herrajes posapiés del apoyo. Chapa de protección antiescaladas. Cartel de Señalización de Peligro y Numeración			
UD	5.3.5 MANO DE OBRA	1	300,00 €	300,00 €
	Ensamblado y montaje del apoyo C1000-14E y cruceta recta RC1-15S. Instalación de chapa antiescalada.			
UD	5.3.6 DIETAS OPERARIOS	1	40,00 €	40,00 €
UD	5.3.7 COMPROBACIONES, MEDICIONES, ENSAYOS.	1	100,00 €	100,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 5.3: APOYO C1000-14E Y CRUCETA RECTA RC1				2.775,31 €
6.5.4 SUBCAPITULO 5.4: APARAMENTA ELECTRICA				
UD	5.4.1 CORTACIRCUITOS FUSIBLES XS TIPO CFE-24	3	112,65 €	337,95 €
	Cortacircuitos fusibles XS tipo CFE-24 según NI 75.06.11.			
UD	5.4.2 AISLAMIENTO PREMOLDEADO XS CUT OUT DE 24 KV	3	60,12 €	180,36 €
	Aislamiento premoldeado para fusibles XS CUT OUT de 24 KV			
UD	5.4.3 PARARRAYOS AUTOVALVULARES POM-P	3	66,46 €	199,38 €
	Pararrayos autovalvulares POM-P según NI 75.30.02			
UD	5.4.4 BOTELLAS TERMINALES PARA CABLES SUBTERRANEOS TES-24	3	142,63 €	427,89 €
	Botellas terminales para cables subterráneos TES-24 según NI 56.80.02			
UD	5.4.5 CADENA DE AISLAMIENTO DE AMARRE	3	73,36 €	220,08 €
	Cadena de aislamiento de amarre formada por aislador de composite tipo U70YB20, rótula corta, grapa de amarre y grilletes.			
UD	5.4.6 SOPORTE METÁLICO GALVANIZADO L70.7-2040	2	148,26 €	296,52 €
	Soporte metálico galvanizado L70.7-2040 para sujeción de los fusibles XS, pararrayos autovalvulares y botellas terminales			
UD	5.4.7 CHAPA CH-8-150	3	45,50 €	136,50 €
	Chapa herraje de sujeción entre pararrayo autovalvular y botella terminal.			
UD	5.4.8 PROTECCIÓN MECANICA DE CONDUCTORES DE AT	1	162,47 €	162,47 €
	Protección mecánica de conductores de AT en bajada de apoyo mediante tubo de acero galvanizado de 110 mm de diámetro y de 3 metros de longitud.			
ML	5.4.9 LÍNEA AEREA TRIFÁSICA MEDIANTE CONDUCTOR 47-AL1/8ST1A (LA-56)	50	8,37 €	418,50 €
	Línea aérea trifásica que conecta el entronque aéreo-subterráneo con el punto de entronque de Iberdrola, incluso tendido y retencionado, totalmente instalada. Mano de Obra Incluida.			
UD	5.4.10 PUENTES DE AT MEDIANTE CONDUCTOR 47-AL1/8ST1A (LA-56)	3	10,00 €	30,00 €
	Puentes de conexión entre la cadena de aislamiento de amarre y fusibles XS mediante conductores LA-56. Incluso instalación y mano de obra.			

UD	5.4.11 PARTIDA ALZADA DE PEQUEÑO MATERIAL ACCESORIO	1	120,48 €	120,48 €
	Tornillería. Herrajes. Chapas. Piezas de Conexión. Abrazaderas. Capuchones de protección de cables.			
UD	5.4.12 MANO DE OBRA	1	300,00 €	300,00 €
	Ensamblado y conexión de aparata eléctrica			
UD	5.4.13 DIETAS OPERARIOS	1	40,00 €	40,00 €
UD	5.4.14 COMPROBACIONES. MEDICIONES. ENSAYOS.	1	200,00 €	200,00 €
	Puesta en servicio de la instalación.			
TOTAL SUBCAPITULO 5.4: APARAMENTA ELECTRICA				3.070,13 €
TOTAL CAPITULO 5: ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO				9.567,36 €
6.6 CAPÍTULO 6: GASTOS INDIRECTOS				
PREPARACIÓN TERRENO (LIMPIEZA Y NIVELADO). GASTOS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL. GASTOS DE GESTIÓN CON PREVEEDORES DE MATERIAL.VALLADO PERIMETRAL DEL RECINTO DE OBRAS. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE LOS OPERARIOS. SEÑALIZACIÓN DE OBRA. ALQUILER MAQUINARIA. TRANSPORTE DE MATERIAL HASTA EL LUGAR DE LA OBRA. GESTIÓN DE RESIDUOS. ALQUILER CONTENEDORES PARA ALMACENAMIENTO DE ESCOMBROS PROCEDENTES DE OBRAS. BOTIQUINES PRIMEROS AUXILIOS. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.				
TOTAL CAPITULO 6: GASTOS INDIRECTOS				30.000,00 €
6.7 CAPÍTULO 7: LICENCIAS Y SEGUROS				
LICENCIAS MUNICIPALES DE OBRA. LICENCIAS DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA. GASTOS DE REGISTRO DE LA INSTALACIÓN EN EL MINISTERIO DE INDUSTRIA. SEGUROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL. VISADO DEL PROYECTO POR EL COLEGIO DE INGENIEROS.				
TOTAL CAPITULO 7: LICENCIAS				12.000,00 €
6.8 CAPÍTULO 8: INGENIERÍA				
PROYECTO DE INGENIERÍA Y OBRA CIVIL. HONORARIOS INGENIEROS: 5% DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA. HONORARIOS DE LOS EMPAREJADORES Y DIRECTORES DE OBRA.				
TOTAL CAPITULO 8: INGENIERÍA				50.000,00 €
RESUMEN PRESUPUESTO				
TOTAL CAPITULO 1: RED DE BAJA TENSIÓN				1.027.271,61 €
TOTAL CAPITULO 2: RED DE MEDIA TENSIÓN				322.342,57 €
TOTAL CAPITULO 3:CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y REPARTO PFU-5				66.944,99 €
TOTAL CAPITULO 4: CENTROS DE TRANSFORMACION miniBLOK				505.384,49 €
TOTAL CAPITULO 5: ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO				9.567,36 €
TOTAL CAPITULO 6: GASTOS INDIRECTOS				30.000,00 €
TOTAL CAPITULO 7: LICENCIAS				12.000,00 €
TOTAL CAPITULO 8: INGENIERÍA				50.000,00 €
IVA 21%				424.937,31 €
PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO (IVA INCLUIDO)				2.448.448,33 €
EL Presupuesto Total del PROYECTO DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PARA UNA URBANIZACIÓN DE VIVIENDAS asciende a un total de DOS MILLONES CUATROCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y TRES CENTIMOS.				

7. ÍNDICE PLANOS

7. ÍNDICE PLANOS

PLANO 1 - EMPLAZAMIENTO CARTOGRAFICO 1 (A3)
PLANO 2 - EMPLAZAMIENTO CARTOGRAFICO 2 (A3)
PLANO 3 - PREVISIÓN DE POTENCIA TOTAL POR PARCELA (A1)
PLANO 4 - PREVISIÓN DE POTENCIA GARAJES PARCELA 4 Y 5 (A3)
PLANO 5 - PREVISIÓN DE POTENCIA BLOQUES DE EDIFICIOS PARCELA 4 Y 5 (A3)
PLANO 6 - SUPERPOSICIÓN DE GARAJES SUBTERRANEOS Y BLOQUES DE EDIFICIOS PARCELAS 4 Y 5 (A3)
PLANO 7 - PREVISIÓN DE POTENCIA GARAJES PARCELA 8 Y 9 (A3)
PLANO 8 - PREVISIÓN DE POTENCIA BLOQUE EDIFICIOS PARCELA 8 Y 9 (A3)
PLANO 9 - SUPERPOSICIÓN DE GARAJES Y BLOQUES DE EDIFICIOS PARCELAS 8 Y 9 (A3)
PLANO 10 - PREVISIÓN DE POTENCIA GARAJES PARCELA 19 Y 20 (A3)
PLANO 11 - PREVISIÓN DE POTENCIA BLOQUE EDIFICIOS PARCELAS 19 Y 20 (A3)
PLANO 12 - SUPERPOSICIÓN DE GARAJES SUBTERRANEOS Y BLOQUES DE EDIFICIOS PARCELA 19 Y 20 (A3)
PLANO 13 - UBICACIÓN TRANSFORMADORES CGPs Y CGPMs (A1)
PLANO 14 - ANILLOS BT CT1 (A3)
PLANO 15 - ANILLOS BT CT2 (A3)
PLANO 16 - ANILLOS BT CT3 (A3)
PLANO 17 - ANILLOS BT CT4 (A3)
PLANO 18 - ANILLOS BT CT5 (A3)
PLANO 19 - ANILLOS BT CT6 (A3)
PLANO 20 - ANILLOS BT CT7 (A3)
PLANO 21 - ANILLOS BT CT8 (A3)
PLANO 22 - ANILLOS BT CT9 (A3)
PLANO 23 - ANILLOS BT CT10 (A3)
PLANO 24 - ANILLOS BT CT11 (A3)
PLANO 25 - ANILLOS BT CT12 (A3)
PLANO 26 - ANILLOS BT CT13 (A3)
PLANO 27 - ANILLOS BT CT14 (A3)
PLANO 28 - LINEAS MT (A1)
PLANO 29 - SUPERPOSICION DE LINEAS DE MT Y BT (A1)
PLANO 30 - PLANO ZANJAS CT 1 (A3)
PLANO 31 - PLANO ZANJAS CT 2 (A3)
PLANO 32 - PLANO ZANJAS CT 3 (A3)
PLANO 33 - PLANO ZANJAS CT 4 (A3)
PLANO 34 - PLANO ZANJAS CT 5 (A3)
PLANO 35 - PLANO ZANJAS CT 6 (A3)
PLANO 36 - PLANO ZANJAS CT 7 (A3)
PLANO 37 - PLANO ZANJAS CT 8 (A3)
PLANO 38 - PLANO ZANJAS CT 9 (A3)
PLANO 39 - PLANO ZANJAS CT 10 (A3)
PLANO 40 - PLANO ZANJAS CT 11 (A3)
PLANO 41 - PLANO ZANJAS CT 12 (A3)
PLANO 42 - PLANO ZANJAS CT 13 (A3)
PLANO 43 - PLANO ZANJAS CT 14 (A3)
PLANO 44 - PLANO ZANJAS LINEAS MT (A3)
PLANO 45 - ESQUEMA UNIFILAR CR-CT10 PFU-5 (A3)
PLANO 46 - ESQUEMA UNIFILAR miniBLOK (A3)
PLANO 47 - DIMENSIONES CR PFU-5 (A3)
PLANO 48 - DIMENSIONES CT miniBLOK (A3)
PLANO 49 - PUESTA A TIERRA DEL CR PFU-5 (A3)
PLANO 50 - PUESTA A TIERRA DEL CT miniBLOK (A3)
PLANO 51 - DETALLES ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO (A3)
PLANO 52 - CIMENTACIÓN Y BAJADA CABLES ENTRONQUE A-S (A3)
PLANO 53 - PERFIL LÍNEA VANO DE TENSE REDUCIDO (A3)
PLANO 54 - CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (A3)
PLANO 55 - CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (A3)
PLANO 56 - ARMARIO DE MEDIDA Y SECCIONAMIENTO (A3)
PLANO 57 - DETALLE DE PUESTA A TIERRA DE CGP (A3)
PLANO 58 - DETALLE DE PUESTA A TIERRA DE CGPM (A3)
PLANO 59 - DETALLE DE PUESTA A TIERRA DE ARMARIO DE MEDIDA Y SECCIONAMIENTO (A3)
PLANO 60 - CENTRO DE MANDO DE ALUMBRADO PUBLICO (A3)
PLANO 61-CBTO-K (A3)

ANOTACIONES

ANOTACIONES